



①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **G brauchsmust rschrift**  
⑩ **DE 201 80 024 U 1**

⑤① Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**G 09 G 5/00**

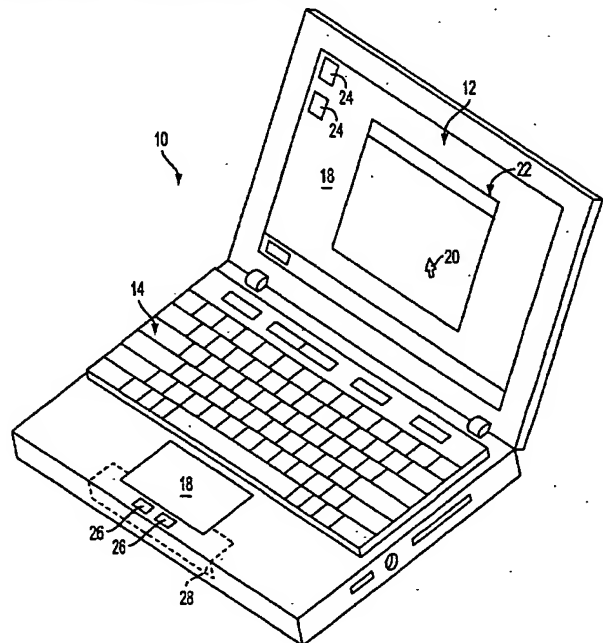
②① Aktenzeichen:	201 80 024.1
②② Anmeldetag:	17. 1. 2001
⑥⑥ PCT-Aktenzeichen:	PCT/US01/01486
⑥⑦ PCT-Veröffentlichungs-Nr.:	WO 01/54109
⑥⑥ PCT-Anmeldetag:	17. 1. 2001
⑥⑦ PCT-Veröffentlichungstag:	26. 7. 2001
④⑦ Eintragungstag:	22. 11. 2001
④③ Bekanntmachung im Patentblatt:	3. 1. 2002

DE 201 80 024 U 1

- ⑦③ Inhaber:  
Immersion Corp., San Jose, Calif., US
- ⑦④ Vertreter:  
Barz, P., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat., Pat.-Anw., 80803  
München

⑤④ **Haptische Rückkopplung für Berührungsfelder und andere Berührungssteuerungen**

- ⑤⑦ Berührungssteuerung mit haptischer Rückkopplung zur Eingabe von Signalen in einen Computer und zur Ausgabe von Kräften an einen Benutzer der Berührungssteuerung, wobei die Berührungssteuerung aufweist: ein Berührungseingabegerät, das eine annähernd ebene Berührungsoberfläche aufweist, die betrieben wird, um aufgrund einer Position auf der Berührungsoberfläche, die der Benutzer berührt, ein Positionssignal in einen Prozessor des Computers einzugeben, wobei das Positionssignal die Position in zwei Dimensionen wiedergibt, mindestens einen mit dem Berührungseingabegerät verbundenen Aktor, wobei der Aktor eine Kraft auf das Berührungseingabegerät ausübt, um dem die Berührungsoberfläche berührenden Benutzer eine haptische Empfindung zu liefern, wobei der Aktor die Kraft aufgrund einer von dem Prozessor ausgegebenen Kraftinformation ausübt, wobei der Aktor eine Kraft direkt auf das Berührungseingabegerät ausübt.



DE 201 80 024 U 1

17.09.01

## **Haptische Rückkopplung für Berührungsfelder und andere Berührungssteuerungen**

### **HINTERGRUND DER ERFINDUNG**

5

Die vorliegende Erfindung bezieht sich allgemein auf die Bildung von Schnittstellen mit Computer- und Mechanikgeräten durch einen Benutzer und insbesondere auf Geräte, die zur Bildung von Schnittstellen mit Computersystemen und  
10 Elektronikgeräten verwendet werden und die dem Benutzer eine haptische Rückkopplung liefern.

Menschen bilden mit elektronischen und mechanischen Geräten in einer Vielzahl von Anwendungen Schnittstellen und das  
15 Bedürfnis für eine natürlichere, einfacher zu benutzende und informativere Schnittstelle ist ein permanentes Anliegen. Im Rahmen der vorliegenden Erfindung bilden Menschen für eine Vielzahl von Anwendungen eine Schnittstelle mit Computergeräten. Eine derartige Anwendung ist  
20 die Interaktion mit computergenerierten Umgebungen, wie Spielen, Simulationen und Anwendungsprogrammen. Oftmals werden Computereingabegeräte, wie Mäuse und Trackballs, verwendet, um einen Zeiger innerhalb einer Grafikumgebung zu steuern und diesen Anwendungen Eingaben zu liefern.

25

Bei einigen Schnittstellengeräten wird dem Benutzer auch eine Kraftrückkopplung oder eine taktile Rückkopplung geliefert, was hier allgemein als "haptische Rückkopplung" bekannt ist. Beispielsweise können haptische Versionen von  
30 Joysticks, Mäusen, Gamepads, Steuerrädern oder andere Gerätetypen Kräfte an den Benutzer ausgeben, die auf Ereignissen oder Interaktionen beruhen, die innerhalb der

DE 201 80 024 U1

Grafikumgebung, wie in einem Spiel oder einem anderen Anwendungsprogramm, auftreten.

In tragbaren Computer- oder Elektronikgeräten, wie Laptop-  
5 Computern, ist die Arbeitsfläche einer Maus üblicherweise zu groß, um praktikabel zu sein. Im Ergebnis werden oft kompaktere Geräte wie Trackballs verwendet. Ein weiter verbreitetes Gerät für tragbare Computer sind "Touchpads", bei denen es sich um kleine rechteckige, ebene Felder  
10 handelt, die nahe der Tastatur des Computers vorgesehen sind. Die Touchpads erfassen die Position eines Zeigeobjektes durch eine einer Vielzahl von Erfassungstechnologien, wie kapazitive Sensoren oder Drucksensoren, welche den auf das Touchpad ausgeübten Druck erfassen. Es ist am  
15 üblichsten, dass der Benutzer das Touchpad mit einer Fingerspitze berührt und seinen oder ihren Finger auf dem Feld bewegt, um einen in der Grafikumgebung dargestellten Zeiger zu bewegen. In anderen Ausführungsformen kann der Benutzer in Verbindung mit dem Touchpad einen Griffel haben, indem die Griffelspitze auf das Touchpad gedrückt  
20 und der Griffel bewegt wird.

Ein Problem bei bestehenden Touchpads besteht darin, dass dem Benutzer keine haptische Rückkopplung geliefert wird.  
25 Der Benutzer eines Touchpads ist deshalb nicht in der Lage, haptische Empfindungen wahrzunehmen, die den Benutzer unterstützen und über das Zielen und andere Steueraufgaben innerhalb der Grafikumgebung informieren. Die Touchpads des Standes der Technik können auch keinen Vorteil aus auf dem  
30 tragbaren Computer laufender, Haptik ermöglichender bestehender Software ziehen.

## ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

- Die vorliegende Erfindung ist auf eine ebene Berührungssteuerung mit haptischer Rückkopplung gerichtet, die verwendet wird, um einem Computersystem eine Eingabe zu liefern. Die Steuerung kann ein auf einem tragbaren Computer vorgesehenes Touchpad oder ein berührungsempfindlicher Bildschirm sein, wie er in einer Vielfalt von Geräten auffindbar ist. Die in der Berührungssteuerung ausgegebenen haptischen Empfindungen verbessern die Interaktionen und Manipulationen in einer dargestellten Grafikumgebung oder bei der Steuerung eines elektronischen Gerätes.
- Die vorliegende Erfindung betrifft insbesondere eine Berührungssteuerung mit haptischer Rückkopplung zur Eingabe von Signalen in einen Computer und zur Ausgabe von Kräften an einen Benutzer der Berührungssteuerung. Die Steuerung umfasst ein Berührungseingabegerät, das eine annähernd ebene Berührungsfläche enthält, die betrieben wird, um dem Prozessor des Computers ein Positionssignal einzugeben, das auf der Position einer Benutzerberührung auf der Berührungsoberfläche beruht. Der Computer positioniert einen Zeiger in einer auf einem Anzeigegerät dargestellten Grafikumgebung mindestens teilweise aufgrund des Positionssignals. Auch ist mindestens ein Aktor mit dem Berührungseingabegerät verbunden und gibt eine Kraft auf das Berührungseingabegerät aus, um dem die Berührungsoberfläche berührenden Benutzer eine haptische Empfindung zu liefern. Der Aktor gibt die Kraft aufgrund von Kraftinformationen aus, die von dem Prozessor an den Aktor ausgegeben werden.

Das Berührungseingabegerät kann ein von einem Anzeigeschirm des Computers getrenntes Touchpad sein oder in einem Anzeigeschirm des Computers als berührungsempfindlicher Bildschirm enthalten sein. Das Berührungseingabegerät kann  
5 in ein Gehäuse des Computers oder eines in der Hand zu haltenden Gerätes integriert oder in einem Gehäuse vorgesehen sein, das von dem Computer getrennt ist. Der Benutzer berührt die Berührungsoberfläche mit einem Finger, einem Griffel oder einem anderen Objekt. Die Kraft ist vorzugs-  
10 weise eine lineare Kraft, die annähernd rechtwinklig zu einer Ebene der Berührungsoberfläche des Berührungseingabegerätes ausgegeben wird und der Aktor kann einen piezoelektrischen Aktor, einen Schwingspulenaktor, einen Pager-Motor, einen Soleoniden oder einen anderen Aktortyp  
15 umfassen. In einer Ausführungsform ist der Aktor zwischen das Berührungseingabegerät und eine fundamentgebundene Oberfläche gekoppelt. In einer anderen Ausführungsform ist der Aktor mit einer Trägheitsmasse verbunden, wobei der Aktor eine Trägheitskraft annähernd entlang einer Achse  
20 rechtwinklig zu der ebenen Berührungsoberfläche auf das Berührungseingabegerät ausgibt. Ein von dem Hauptprozessor des Computers getrennter Mikroprozessor des Berührungseingabegerätes kann von dem Host-Computer eine Kraftinformation empfangen und aufgrund der Kraftinformation  
25 Steuersignale zur Steuerung des Aktors liefern.

Die haptischen Empfindungen, wie ein Impuls, eine Vibration oder eine räumliche Textur, werden vorzugsweise entsprechend einer Interaktion eines gesteuerten Zeigers  
30 mit einem Grafikobjekt in der Grafikumgebung ausgegeben. Beispielsweise kann ein Impuls ausgegeben werden, wenn der Zeiger zwischen Menüelemente in einem Menü bewegt wird, über die Schaltfläche bewegt wird oder über einen Hyperlink

17.09.01

- 5 -

bewegt wird. Das Berührungseingabegerät kann mehrere verschiedene Bereiche enthalten, wobei mindestens einer der Bereiche das Positionssignal liefert und mindestens einer der Bereiche ein Signal bereitstellt, das von dem Computer verwendet wird, um eine andere Funktion zu steuern, wie die Geschwindigkeitssteuerungsfunktion eines Wertes oder einer Schaltknopfbetätigung. Verschiedenen Bereichen und Grenzen zwischen den Bereichen können verschiedene haptische Empfindungen zugeordnet werden.

- 10 Die vorliegende Erfindung liefert vorteilhafterweise eine haptische Rückkopplung an ein ebenes Berührungssteuerungsgerät eines Computers, wie ein Touchpad oder einen berührungsempfindlichen Bildschirm. Die haptische Rückkopplung kann den Benutzer unterstützen und über Interaktionen und Ereignisse innerhalb einer grafischen Benutzerschnittstelle oder einer anderen Umgebung informieren und Zeigerzielaufgaben erleichtern. Weiterhin ermöglicht die Erfindung, dass tragbare Computergeräte derartige Berührungssteuerungen aufweisen, um aus bester Software Vorteil zu ziehen, die eine haptische Rückkopplung ermöglicht. Die hier offenbarten haptischen Berührungsgeräte sind auch kostengünstig, kompakt und verbrauchen wenig Energie, was es ihnen erlaubt, in eine große Vielfalt von tragbaren und Arbeitsplatzrechner und elektronischen Geräten eingebaut zu werden.
- 15
- 20
- 25

Diese und andere Vorteile der vorliegenden Erfindung werden für den Fachmann anhand der Lektüre der folgenden Beschreibung der Erfindung und eines Studiums der verschiedenen Figuren der Zeichnungen ersichtlich.

DE 20180024 U1

## KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

- Fig. 1 ist eine Perspektivansicht eines haptischen Touchpads gemäß der vorliegenden Erfindung.
- 5 Fig. 2 ist eine Perspektivansicht eines Fernsteuergerätes, welches das Touchpad gemäß der vorliegenden Erfindung enthält.
- 10 Fig. 3 ist eine Perspektivansicht einer ersten Ausführungsform des Touchpads gemäß der vorliegenden Erfindung, das einen oder mehrere Aktoren enthält, die mit der Unterseite des Touchpads verbunden sind.
- 15 Fig. 4 ist eine Seitenansicht einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, bei der ein piezoelektrischer Aktor direkt mit dem Touchpad gemäß der vorliegenden Erfindung verbunden ist.
- 20 Fig. 5 ist eine Seitenansicht einer zweiten Ausführungsform des Touchpads gemäß der vorliegenden Erfindung, die einen linearen Aktor enthält.
- 25 Fig. 6 ist eine Seitenansicht einer dritten Ausführungsform des Touchpads gemäß der vorliegenden Erfindung mit einer Trägheitsmasse.
- 30 Fig. 7 ist eine Aufsicht auf ein Beispiel eines Touchpads gemäß der vorliegenden Erfindung mit verschiedenen Steuerbereichen und

Fig. 8a  
und 8b sind eine Aufsicht bzw. eine Seitenschnittansicht  
eines Ausführungsbeispiels gemäß der vorliegenden  
Erfindung mit einem berührungsempfindlichen Bild-  
schirm.

5

#### AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

Fig. 1 ist eine Perspektivansicht eines tragbaren Computers  
10, der ein haptisches Touchpad gemäß der vorliegenden  
Erfindung enthält. Der Computer 10 ist vorzugsweise ein  
tragbarer oder "Laptop"-Computer, der von dem Benutzer  
mitgeführt oder in anderer Weise transportiert werden kann  
und der zusätzlich zu anderen ortsfesteren Energiequellen  
15 durch Batterien oder andere tragbare Energiequellen mit  
Energie versorgt wird. Vorzugsweise laufen auf dem Computer  
10 ein oder mehrere Host-Anwendungsprogramme mit denen ein  
Benutzer über Peripheriegeräte interagiert.

20 Wie ersichtlich ist, kann der Computer 10 die vielfältigen  
Eingabe- und Ausgabegeräte enthalten, einschließlich eines  
Anzeigegerätes 12 zur Ausgabe von Grafikbildern an den  
Benutzer, einer Tastatur 14 zur Bereitstellung einer  
Zeichen- oder Umschalteingabe von dem Benutzer an den  
25 Computer und eines Touchpads 16 gemäß der vorliegenden  
Erfindung. Das Anzeigegerät 12 kann eines aus einer  
Vielfalt von Typen von Anzeigegeräten sein. Auf tragbaren  
Computern sind Flachbildschirme am üblichsten. Das Anzeige-  
gerät 12 kann eine Grafikumgebung 18 darstellen, die auf  
30 laufenden Anwendungsprogrammen und/oder Betriebssystemen  
basiert, wie einer grafischen Benutzerschnittstelle (GUI -  
Graphical User Interface), die einen Zeiger 20 umfasst, der  
durch eine Benutzereingabe bewegt werden kann, sowie



Fenster 22, Schaltflächen 24 und andere aus GUI-Umgebungen wohl bekannte Grafikobjekte. Auch können andere Geräte in den Computer 10 eingebaut oder mit diesem verbunden sein, wie Speichergeräte (Festplattenlaufwerke, DVD-ROM-Laufwerke etc.), Netzwerk-Server oder -Clients, Spiele-Controller etc. In alternativen Ausführungsformen kann der Computer 10 eine große Vielfalt von Formen annehmen, einschließlich Computergeräten, die auf dem Tisch oder einer anderen Oberfläche ruhen, stehenden Vergnügungsspielmaschinen, anderen tragbaren Geräten oder an der Person getragenen Geräten, Hand- oder mit einer einzelnen Hand des Benutzers verwendeten Geräten etc. Beispielsweise kann der Host-Computer 10 eine Videospielkonsole, ein Personal-Computer, eine Workstation eine TV-"Set Top Box" oder ein "Netzwerkcomputer" oder ein anderes EDV- oder Elektronikgerät sein.

Das Touchpadgerät 16 gemäß der vorliegenden Erfindung erscheint nach außen hin vorzugsweise ähnlich den Touchpads des Standes der Technik. Die Fläche 16 umfasst eine ebene, rechtwinklige glatte Oberfläche, die - wie gezeigt - unterhalb der Tastatur 14 auf dem Gehäuse des Computers 10 angeordnet oder die in anderen Gehäusebereichen positioniert sein kann. Wenn der Benutzer den Computer 10 handhabt, kann der Benutzer bequem eine Fingerspitze oder ein anderes Objekt auf dem Touchpad 16 platzieren und die Fingerspitze bewegen, um den Zeiger 20 in der Grafikumgebung 18 entsprechend zu bewegen.

Im Betrieb gibt das Touchpad 16 Koordinatendaten an den Haupt-Mikroprozessor(-en) des Computers 10 aufgrund der erfassten Position eines Objektes auf (oder nahe) dem Touchpad. Wie bei vielen Touchpads des Standes der Technik

17.09.01

- 9 -

kann das Touchpad 16 kapazitiv, widerstandsbasierend sein oder einen anderen Erfassungstyp verwenden. Einige existierende Touchpad-Ausführungsformen werden beispielsweise in den US-Patenten 5,521,336 und 5,943,044 offenbart.

5 Kapazitive Touchpads erfassen typischerweise die Position eines Objektes auf oder nahe der Oberfläche des Touchpads aufgrund einer Kapazitätskopplung zwischen Kondensatoren in dem Touchpad und dem Objekt. Widerstandsbezogene Touchpads sind typischerweise druckempfindlich, indem sie den Druck eines Fingers, eines Griffels oder eines anderen Objektes gegen die Fläche erfassen, wobei der Druck leitfähige Schichten, Taster (traces), Schalter etc. in der Fläche zu einer elektrischen Verbindung veranlasst. Einige widerstandsbezogene oder andere Typen von Touchpads können die Größe des von dem Benutzer ausgeübten Drucks erfassen und können das Ausmaß des Druckes für eine proportionale oder variable Eingabe an den Computer 10 benutzen. Widerstandsbezogene Touchpads sind typischerweise mindestens teilweise verformbar, so dass bei der Ausübung eines Druckes auf eine bestimmte Stelle die Leiterbahnen an dieser Stelle in elektrischen Kontakt gebracht werden. Eine derartige Verformbarkeit kann in der vorliegenden Erfindung nützlich sein, da sie potentiell die Amplitude der Ausgabekräfte verstärken kann, wie von Impulsen oder Vibrationen auf dem Touchpad, wie sie in der vorliegenden Erfindung verwendet werden. Die Kräfte können verstärkt werden, wenn zwischen einem Aktor und dem Objekt, das bewegt wird, eine abgestimmte nachgiebige Aufhängung vorgesehen ist.

25 Kapazitive Touchpads und andere Typen von Touchpads, die keinen wesentlichen Berührungsdruck erfordern, können in vielen Ausführungsformen besser für die vorliegende Erfindung geeignet sein, da ein übermäßiger Druck auf das Touchpad in einigen Fällen die Bewegung des Touchpads für

30

17.09.01

- 10 -

die haptische Rückkopplung behindern kann. Es können in dem Touchpad auch andere Typen von Erfassungstechnologien verwendet werden. Hierbei umfasst der Begriff "Touchpad" vorzugsweise die Oberfläche des Touchpads 16 sowie jede in 5 der Touchpadeinheit enthaltene Erfassungsvorrichtung.

Das Touchpad 16 arbeitet vorzugsweise ähnlich existierenden Touchpads, wobei die Geschwindigkeit der Fingerspitze auf dem Touchpad der Distanz entspricht, die der Zeiger in der 10 Grafikumgebung bewegt wird. Falls der Benutzer seinen oder ihren Finger beispielsweise schnell über die Fläche bewegt, so wird der Zeiger eine größere Distanz bewegt, als wenn der Benutzer die Fingerspitze langsamer bewegt. Falls der 15 Finger des Benutzers die Kante des Touchpads erreicht, bevor der Zeiger ein gewünschtes Ziel in dieser Richtung erreicht, so kann der Benutzer seinen oder ihren Finger einfach von dem Touchpad nehmen, den Finger entfernt von der Kante neu positionieren und mit der Bewegung des 20 Zeigers fortfahren. Dies ist eine "Indexierungs"-Funktion ähnlich dem Anheben einer Maus von einer Oberfläche, um den Versatz zwischen der Mausposition und dem Zeiger zu ändern. Weiterhin können viele Touchpads mit verschiedenen Bereichen versehen sein, die jeweils bestimmten Funktionen zugeordnet sind, die sich nicht auf die Zeigerpositionierung beziehen müssen. Eine derartige Ausführungsform 25 wird nachfolgend in Bezug auf Fig. 7 detaillierter beschrieben. Bei einigen Ausführungsformen kann das Touchpad 16 einem Benutzer auch ermöglichen, das Touchpad an einer bestimmten Stelle "anzutippen" (schnell berühren und das Objekt von der Fläche entfernen), um einen bestimmten Befehl zu liefern. Beispielsweise kann der 30 Benutzer die Fläche mit einem Finger antippen oder "doppeltippen", während sich der gesteuerte Zeiger über

einer Schaltfläche befindet, um diese Schaltfläche auszuwählen.

Bei der vorliegenden Erfindung ist das Touchpad 16 mit der Fähigkeit versehen, eine haptische Rückkopplung wie taktile Empfindungen an den Benutzer auszugeben, der das Touchpad 16 physisch berührt. Nachfolgend werden vielfältige Ausführungsformen detaillierter beschrieben, welche die Struktur des Touchpads mit haptischer Rückkopplung genau beschreiben. Vorzugsweise sind die an das Touchpad ausgegebenen Kräfte linear (oder annähernd linear) und entlang der Z-Achse ausgerichtet, annähernd rechtwinklig zu der Oberfläche des Touchpads 16 und der Oberseite des Computers 10. Bei einer anderen Ausführungsform können Kräfte auf das Touchpad 16 ausgeübt werden, um zusätzlich zu oder anstelle von der Z-Achsen-Bewegung eine seitliche (z.B. X-Y) Bewegung des Pads in der Ebene seiner Oberfläche zu verursachen, obwohl eine derartige Bewegung nicht bevorzugt wird.

20

Durch die Verwendung von einem oder mehreren mit dem Touchpad 16 verbundenen Aktor kann eine Vielfalt von haptischen Empfindungen an den Benutzer ausgegeben werden, der das Pad berührt. Beispielsweise können Rucke, Vibrationen (mit variierender oder konstanter Amplitude) und Texturen ausgegeben werden. Die an das Pad ausgegebenen Kräfte können mindestens teilweise auf der Position des Fingers auf dem Pad oder dem Zustand eines gesteuerten Objektes in der Grafikumgebung des Host-Computers 10 beruhen und/oder von der Fingerposition oder dem Objektzustand unabhängig sein. Derartige auf das Touchpad 16 ausgegebene Kräfte werden als "computergesteuert" betrachtet, da ein Mikroprozessor oder ein anderer

- elektronischer Controller die Amplitude und/ oder die Richtung der Kraftausgabe des Aktors(-en) unter Verwendung von elektronischen Signalen steuert. Vorzugsweise werden dem gesamten Pad 16 als einzelnes einheitliches Teil
- 5 haptische Empfindungen geliefert. Bei anderen Ausführungsformen können individuell bewegliche Bereiche des Pads jeweils mit ihrem eigenen Aktor für haptische Rückkopplung und den zugehörigen Übertragungen versehen sein, so dass die haptischen Empfindungen für nur einen bestimmten
- 10 Bereich geliefert werden können. Beispielsweise können einige Ausführungsformen ein Touchpad mit verschiedenen Abschnitten umfassen, die in Bezug auf die anderen Abschnitte des Pads gebogen oder in anderer Weise bewegt werden können.
- 15
- Bei anderen Ausführungsformen kann das Touchpad 16 in einem separaten Gehäuse vorgesehen sein, das über ein Kabel oder eine kabellose Übertragung mit einem Anschluss des Computers 10 verbunden ist und das von dem Computer 10
- 20 Kraftinformationen empfängt und Positionsinformationen sendet. Beispielsweise kann ein Universal Serial Bus (USB), ein Firewire oder ein serieller Standardbus ein derartiges Touchpad mit dem Computer 10 verbinden. Bei einer derartigen Ausführungsform kann der Computer 10 jeder Arbeitsplatz- oder ortsfeste Computer oder Gerät sein und er muss
- 25 kein transportables Gerät sein.

Auf dem Gehäuse des Computers 10 können auch eine oder mehrere Tasten 26 vorgesehen sein, die in Verbindung mit dem

30 Touchpad 16 zu verwenden sind. Die Hände des Benutzers haben einen leichten Zugriff auf die Tasten, von denen jede von dem Benutzer gedrückt werden kann, um ein unterschiedliches Eingabesignal an den Host-Computer 10 zu liefern.

Typischerweise entspricht jede Taste 26 einer ähnlichen Taste, die auf einem Mauseingabegerät gefunden werden kann, so dass eine linke Taste verwendet werden kann, um ein Grafikobjekt auszuwählen (Klick oder Doppelklick), während  
5 eine rechte Taste ein Kontextmenü hervorbringen kann etc. In anderen Ausführungsformen kann eine oder mehrere der Tasten 26 mit einer taktilen Rückkopplung und/oder einer kinestetischen Kraftrückkopplung versehen sein. Es können auch andere Merkmale dieser Offenbarungen mit der vor-  
10 liegenden Erfindung verwendet werden.

Weiterhin können in einigen Ausführungsformen ein oder mehrere bewegliche Abschnitte 28 des Gehäuses des Computergerätes 10 enthalten sein, die von dem Benutzer berührt  
15 werden, wenn der Benutzer das Touchpad 16 handhabt und die eine haptische Rückkopplung liefern können. So kann das Gehäuse eine haptische Rückkopplung liefern (z.B. durch die Verwendung einer exzentrischen rotierenden Masse auf einem mit dem Gehäuse verbundenen Motor) und das Touchpad 16 kann  
20 eine separate haptische Rückkopplung liefern. Dies ermöglicht es dem Host, zwei verschiedene taktische Empfindungen für den Benutzer gleichzeitig zu steuern. Beispielsweise kann über das Gehäuse eine Vibration mit einer geringen Frequenz an den Benutzer übertragen werden  
25 und eine hochfrequente Vibration wird an den Benutzer über das Touchpad 16 übertragen. Auch kann jede mit haptischer Rückkopplung ausgestattete andere Taste oder andere Steuerung eine taktile Rückkopplung unabhängig von den anderen Steuerungen liefern.

30

Das Host-Anwendungsprogramm(-en) und/oder das Betriebssystem stellt vorzugsweise Grafikbilder der Umgebung auf dem Anzeigegerät 12 dar. Die auf dem Host-Computer 12

laufende Software und Umgebung kann einer großen Vielfalt angehören. Beispielsweise kann das Host-Anwendungsprogramm eine Textverarbeitung, eine Tabellenkalkulation, ein Video- oder Computerspiel, ein Zeichenprogramm, ein Betriebs-  
 5 system, eine grafische Benutzerschnittstelle, eine Simulation, eine Web-Page oder ein HTML- oder VRML-Befehle implementierender Browser, ein wissenschaftliches Analyseprogramm, ein Trainingsprogramm oder eine Anwendung für Virtual Reality oder ein anderes Anwendungsprogramm sein,  
 10 das die Eingabe von dem Touchpad 16 verwendet und Kraft-rückkopplungsbefehle an das Touchpad 16 ausgibt. Beispielsweise enthalten viele Spiele und andere Anwendungsprogramme eine Kraftrückkopplungsfunktionalität und können unter Verwendung von Standardprotokollen/Treibern wie I-Force®,  
 15 FEELit® oder dem von Immersion Corporation in San Jose, Kalifornien ähnlichen Touchsense™ mit dem Touchpad 16 kommunizieren.

Das Touchpad 16 kann eine Schaltung enthalten, die  
 20 erforderlich ist, um dem Mikroprozessor des Host-Computers 10 Steuersignale zu berichten und um Befehlssignale von dem Mikroprozessor des Hosts zu verarbeiten. Beispielsweise werden geeignete Sensoren (und zugehörige Schaltungen) verwendet, um die Position des Fingers des Benutzers auf  
 25 dem Touchpad 16 zu berichten. Das Touchpadgerät enthält auch eine Schaltung, die Signale von dem Host empfängt und unter Verwendung von einem oder mehreren Aktoren taktile Empfindungen entsprechend den Hostsignalen ausgibt. Bei einigen Ausführungsformen kann ein separater lokaler  
 30 Mikroprozessor für das Touchpad 16 vorgesehen sein, um sowohl Touchpad-Sensordaten an den Host zu berichten und/oder von dem Host empfangene Kraftbefehle auszuführen, wobei solche Befehle beispielsweise den Typ der haptischen

Empfindung und Parameter enthalten, welche die angewiesene haptische Empfindung beschreiben. Alternativ kann der Touchpad-Mikroprozessor einfach gestreamte Daten von dem Hauptprozessor an den Aktoren weiterleiten. Der Begriff

5 "Kraftinformation" kann sowohl Befehle/Parameter als auch gestreamte Daten umfassen. Der Touchpad-Mikroprozessor kann nach dem Empfang eines Host-Befehls die haptischen Empfindungen unabhängig implementieren, indem die Touchpad-Aktoren gesteuert werden oder der Host-Prozessor kann ein

10 größeres Maß an Kontrolle über die haptischen Empfindungen behalten, indem die Aktoren direkter angesteuert werden. Bei anderen Ausführungsformen können für das Touchpad 16 vorgesehene Logikschaltungen wie Zustandsmaschinen haptische Empfindungen bearbeiten, wie sie durch den Host-

15 Hauptprozessor vorgegeben werden. In dem US-Patent 5,734,373 werden Architekturen und Steuerverfahren ausführlicher beschrieben, die zum Auslesen von Sensor-signalen und zur Bereitstellung einer haptischen Rückkopplung für ein Gerät verwendet werden können.

20

Fig. 2 ist eine Perspektivansicht einer anderen Ausführungsform eines Gerätes, welches das aktive Touchpad 16 gemäß der vorliegenden Erfindung enthalten kann. Das Gerät kann ein Handfernsteuergerät 30 sein, das der Benutzer in

25 einer Hand greift und Steuerungen handhabt, um durch einen Benutzer von fern auf die Funktionen eines elektronischen Gerätes oder Apparates (wie eines Fernsehgerätes, eines Video-Kassettenrekorders oder eines DVD-Abspielgerätes, eines Audio/Video-Receivers, eines mit einem Fernsehgerät

30 verbundenen Internet- oder Netzwerkcomputers etc.) zuzugreifen. Beispielsweise können auf dem Fernsteuergerät 30 verschiedene Tasten 32 enthalten sein, um Funktionen des gesteuerten Apparats zu handhaben. Auch kann ein Touchpad



16 vorgesehen sein, um dem Benutzer die Lieferung einer anspruchsvolleren Richtungseingabe zu ermöglichen. Beispielsweise kann ein gesteuerter Apparat einen Auswahl-

5 schirm aufweisen, in dem ein Zeiger bewegt werden kann und das Touchpad 16 kann gehandhabt werden, um den Zeiger in zwei Dimensionen zu steuern. Das Touchpad 16 enthält die Fähigkeit, aufgrund eines gesteuerten Wertes oder Ereignisses haptische Empfindungen an den Benutzer auszu-

10 geben, wie hier beschrieben ist. Beispielsweise kann ein Lautstärkepegel, der einen Mittelwert passiert oder einen Maximalwert erreicht, die Ausgabe eines Impulses an das Touchpad und den Benutzer auslösen.

In einer Anwendung kann der gesteuerte Apparat ein

15 Computersystem sein, wie Web-TV von Microsoft Corporation oder ein anderes EDV-Gerät, das eine grafische Benutzerschnittstelle und/oder Web-Seiten darstellt, auf die über ein Netzwerk wie das Internet zugegriffen wird. Der Benutzer kann die Richtung des Zeigers steuern, indem er

20 einen Finger (oder ein anderes Objekt) auf dem Touchpad 16 bewegt. Der Zeiger kann verwendet werden, um Schaltflächen, Fenster, Menüpunkte, Grafiktasten, Verschiebepalken, Rollbalken oder andere Grafikobjekte in einer grafischen Benutzerschnittstelle oder einer Arbeitsplatzschnittstelle

25 auszuwählen und/oder zu manipulieren. Der Zeiger kann auch verwendet werden, um Grafikobjekte auf einer Web-Seite auszuwählen und/oder zu manipulieren, wie Verknüpfungen, Bilder, Tasten etc. Unter Bezugnahme auf Fig. 7 werden nachfolgend andere Kraftempfindungen beschrieben, die

30 Grafikobjekten zugeordnet sind.

Fig. 3 ist eine Perspektivansicht einer ersten Ausführungsform 40 eines Touchpads 16 gemäß der vorliegenden Erfindung

zur Lieferung einer haptischen Rückkopplung an den Benutzer. In dieser Ausführungsform sind ein oder mehrere piezoelektrische Aktoren 42 mit der Unterseite des Touchpads 16 verbunden. Der piezoelektrische Aktor 42 wird  
 5 durch eine geeignete Elektronik angesteuert, wie sie für den Fachmann bekannt ist. In einer Ausführungsform ist ein einzelner piezoelektrischer Aktor 42 im oder nahe dem Mittelpunkt des Touchpads 16 angeordnet oder seitlich versetzt, falls Platzbeschränkungen des Gehäuses eine  
 10 derartige Position verlangen. In anderen Ausführungsformen können mehrere piezoelektrische Aktoren 42 in verschiedenen Bereichen des Touchpads angeordnet werden. Die gestrichelten Linien zeigen eine Anordnung, in der ein Aktor 42 an jeder Ecke des Pads 16 und im Mittelpunkt des  
 15 Pads angeordnet ist.

Die piezoelektrischen Aktoren 42 können jeweils einen kurzen Impuls, eine Vibration oder eine Texturempfindung auf dem Touchpad 16 und an den Benutzer ausgeben, falls der  
 20 Benutzer das Touchpad berührt. Das gesamte Touchpad 16 wird vorzugsweise mit den durch den Aktor(-en) 42 ausgegebenen Kräften bewegt. Vorzugsweise sind die auf das Touchpad ausgegebenen Kräfte linear (oder annähernd linear) und entlang der Z-Achse annähernd rechtwinklig zu der  
 25 Oberfläche des Touchpads 16 und der Oberseite des Computers 10. In einer anderen Ausführungsform können - wie vorstehend erwähnt - Kräfte auf das Touchpad 16 ausgeübt werden, um eine seitliche (z.B. X-Y) Bewegung des Pads in der Ebene seiner Oberfläche zusätzlich zu oder anstelle von  
 30 der Z-Achsenbewegung zu verursachen. Beispielsweise kann ein linearer Aktor eine Bewegung für die X-Achse liefern und ein zweiter linearer Aktor kann eine Bewegung für die Y-Achse und/oder die X-Achse liefern.

Die Frequenz einer von einem Aktor 42 ausgegebenen Vibration kann variiert werden, indem einem Aktor 42 verschiedene Steuersignale geliefert werden. Weiterhin kann die Amplitude eines Impulses oder einer Vibration aufgrund des angelegten Steuersignals gesteuert werden. Falls mehrere Aktoren 42 vorgesehen sind, kann eine stärkere Vibration auf das Touchpad übermittelt werden, indem zwei oder mehr Aktoren gleichzeitig aktiviert werden. Falls ein Aktor an einem extremen Ende des Touchpads angeordnet ist und falls dieser Aktor der einzige ist, der aktiviert wird, so kann der Benutzer weiterhin eine stärkere Vibration auf der Seite des Touchpads mit dem Aktor als auf der gegenüberliegenden Seite des Touchpads wahrnehmen. Durch die Aktivierung einiger, aber nicht aller Aktoren können verschiedene Amplituden und lokalisierte Effekte erhalten werden. Da die Spitze des das Pad berührenden Fingers eines Benutzers ziemlich empfindlich ist, müssen die Ausgabekräfte keine große Amplitude aufweisen, damit die haptische Empfindung effektiv und bezeichnend ist.

Neben der Verwendung eines Fingers zur Berührung des Touchpads kann der Benutzer auch andere Objekte halten, die das Touchpad direkt berühren. Die auf das Pad ausgegebenen haptischen Empfindungen können über das gehaltene Objekt auf die Hand des Benutzers übertragen werden. Beispielsweise kann der Benutzer einen Griffel mit einem das Touchpad 16 berührenden Punkt genauer halten als einen Finger. Es können auch andere Objekte verwendet werden. Bei einigen Ausführungsformen können spezialisierte Objekte verwendet werden, um die haptischen Empfindungen zu verbessern. Beispielsweise kann ein Griffel oder ein anderes Objekt mit einem flexiblen Abschnitt oder Nachgiebigkeit in der Lage sein, mindestens einen Teil der

haptischen Empfindungen des Touchpads zu verstärken, wie sie von dem Benutzer wahrgenommen werden.

Die piezoelektrischen Aktoren 42 haben für das Touchpad 16 verschiedene Vorteile. Diese Aktoren können sehr dünn und klein hergestellt werden, was deren Verwendung in kompakten Gehäusen erlaubt, die für tragbare elektronische Geräte typisch sind. Auch benötigen sie nur sehr wenig Energie und sind so geeignet für Geräte mit einer eingeschränkten Stromversorgung (z.B. batteriebetriebene). Bei einigen hier beschriebenen Ausführungsformen kann die Energie für die Aktoren von einem Bus bezogen werden, der den Computer mit dem Touchpad (oder einem berührungsempfindlichen Bildschirm) verbindet. Falls beispielsweise das Touchpad 16 in einem separaten Gehäuse vorgesehen ist, so kann ein Universal Serial Bus das Pad mit dem Computer verbinden und dem Pad von dem Computer Energie und Daten (z.B. gestreamte Kraftdaten, Kraftbefehle etc.) liefern.

Fig. 4 ist eine Seitenansicht der Ausführungsform 40 des Touchpads 16 gemäß der vorliegenden Erfindung, wie es in Fig. 3 dargestellt ist. Das Touchpad 16 ist direkt mit einem fundamentgebundenen piezoelektrischen Aktor 42 verbunden, der betrieben wird, um eine Kraft auf das Touchpad 16 zu erzeugen, wenn dem Aktor ein elektrisches Signal eingegeben wird. Typischerweise umfasst ein piezoelektrischer Aktor zwei Schichten, die relativ zueinander bewegt werden können, wenn der Aktor mit einem Strom beaufschlagt wird. Hier bleibt der fundamentgebundene Abschnitt des Aktors in Bezug auf das umgebende Gehäuse 41 ortsfest, während sich der bewegliche Abschnitt des Aktors und das Touchpad in Bezug auf das Gehäuse 41 bewegen. Der Betrieb von piezoelektrischen Aktoren zur Ausgabe einer Kraft auf-

grund eines elektrischen Eingangssignals ist für den Fachmann bekannt.

Das Touchpad 16 kann nur mit dem Aktor 42 verbunden sein  
5 oder es kann zusätzlich an anderen Stellen neben den  
Aktoren 42 mit dem Gehäuse des Computergerätes verbunden  
sein. Vorzugsweise sind die anderen Verbindungen nach-  
giebige Verbindungen, die ein Material oder ein Element wie  
eine Feder oder Schaum verwenden. Falls solche Verbindungen  
10 nicht nachgiebig hergestellt werden, so hat das Touchpad 16  
vorzugsweise selbst eine gewisse Nachgiebigkeit, um es  
Abschnitten des Pads zu erlauben, sich als Reaktion auf  
Aktorkräfte zu bewegen und die haptischen Empfindungen  
effektiver an den Benutzer zu übertragen.

15 Da das Touchpad 16 direkt mit dem Aktor 42 verbunden ist,  
werden alle erzeugten Kräfte direkt auf das Touchpad 16  
ausgeübt. Das elektrische Signal wird vorzugsweise von  
einem Mikroprozessor und einer beliebigen Schaltung erhal-  
20 ten, die erforderlich ist, um das Mikroprozessorsignal in  
ein zur Verwendung mit dem Aktor 42 geeignetes Signal um-  
zuwandeln.

Fig. 5 ist eine Seitenansicht einer anderen Ausführungsform  
25 50 der vorliegenden Erfindung, in der das Touchpad 16 auf  
einer oder mehreren Federn 52 angeordnet ist. Die Federn 52  
verbinden das Touchpad 16 mit dem festen Gehäuse des  
Computers 10 und erlauben eine Bewegung des Touchpads 16  
entlang der Z-Achse 56. Es ist nur ein sehr kleiner  
30 Bewegungsbereich erforderlich, um effektive Impulse (Rucke)  
oder Vibrationen auf dem Pad 16 zu erzeugen. Zur  
Beschränkung des Bewegungsspielraums des Touchpads 16 auf

einen gewünschten Bereich entlang der Z-Achse können Anschläge (nicht dargestellt) angeordnet werden.

Ein Aktor 54 ist ebenfalls mit dem Touchpad 16 verbunden,  
 5 um Kräfte auf das Touchpad zu übermitteln und das Touchpad  
 16 dazu zu veranlassen, sich entlang der Z-Achse zu  
 bewegen. In der vorliegenden Ausführungsform ist der Aktor  
 54 ein linearer Schwingspulenaktor, wobei der bewegliche  
 Abschnitt (Spulenkörper) des Aktors direkt mit dem Touchpad  
 10 16 verbunden ist. Der Aktor 54 ist als Fundament mit dem  
 Gehäuse des Computers 10 verbunden und gibt eine lineare  
 Kraft auf das Touchpad 16 aus und treibt das Touchpad so  
 entlang der Z-Achse an. Es kann ein kurzer Impuls oder Ruck  
 ausgegeben werden oder der bewegliche Abschnitt des Aktors  
 15 kann oszillieren, um eine Vibration mit einer bestimmten  
 gewünschten Frequenz zu liefern. Die Federn 52 veranlassen  
 das Touchpad 16 dazu, in seine Ruhestellung zurückzukehren,  
 nachdem eine Kraft von dem Aktor das Touchpad dazu veran-  
 lasst, sich nach oben oder unten zu bewegen. Auch können  
 20 die Federn eine nachgiebige Aufhängung für das Touchpad 16  
 bereitstellen und eine Verstärkung der von dem Aktor 54  
 ausgegebenen Kräfte ermöglichen, wie vorstehend beschrieben  
 wurde. In anderen Ausführungsformen können verschiedene  
 Typen von Federelementen verwendet werden, um das Touchpad  
 25 16 mit dem starren Gehäuse zu verbinden, wie Blattfedern,  
 Schaum, Biegeteile oder andere nachgiebige Materialien.

In anderen Ausführungsformen ist der Benutzer in der Lage,  
 das Touchpad 16 entlang der Z-Achse zu drücken, um dem  
 30 Computer 10 eine zusätzliche Eingabe zu liefern. Beispiels-  
 weise kann ein Sensor verwendet werden, um die Position des  
 Touchpads 16 entlang der Z-Achse zu erfassen, wie ein  
 optischer Sensor, ein magnetischer Sensor, ein Polhemus-

- Sensor etc. Die Position auf der Z-Achse kann beispielsweise verwendet werden, um dem Computer eine proportionale Eingabe zu liefern. Zusätzlich können andere Typen von Kräften entlang der Z-Achse ausgegeben werden, wie Feder-
- 5 kräfte, Dämpfungskräfte, Trägheitskräfte und andere positionsabhängige Kräfte. Zusätzlich können 3-D-Erhebungen in der Grafikumgebung simuliert werden, indem das Pad auf verschiedene Höhen entlang der Z-Achse angehoben wird. Falls das Pad 16 in Abhängigkeit von der Distanz, die das
- 10 gesamte Pad entlang der Z-Achse bewegt wird, als analoge Eingabe verwendet werden kann und/oder falls eine kinestetische (Kraft-) Rückkopplung in dem Freiheitsgrad der Z-Achse ausgeübt wird, so ist ein größerer Bewegungsspielraum des Pads 16 entlang der Z-Achse wünschenswert.
- 15 Falls das Touchpad 16 von dem Benutzer gedrückt werden kann, um einen Schalter zu schließen und eine Tasten- oder Schalter-Eingabe an den Computer 10 zu liefern (z.B. unter Verwendung von Kontaktschaltern, optischen Schaltern oder dergleichen), so kann eine Elastomerschicht vorgesehen
- 20 werden. Falls eine derartige Z-Achsenbewegung des Pads 16 erlaubt ist, so wird es bevorzugt, dass die Z-Achsenbewegung eine relativ größere Kraftmenge benötigt, um das Pad zumindest anfänglich zu bewegen, da eine derartige Z-Achsenbewegung während der normalen Benutzung des Pads
- 25 durch den Benutzer möglicherweise nicht gewünscht wird.

Der Schwingspulenaktor 54 enthält vorzugsweise eine Spule und einen Magneten, wobei ein Strom durch die Spule fließt und mit dem Magnetfeld des Magneten in Wechselwirkung

30 tritt, um eine Kraft auf den beweglichen Abschnitt des Aktors (in Abhängigkeit von der Ausführung die Spule oder der Magnet) zu verursachen, wie es für den Fachmann bekannt ist. Es können auch andere Aktortypen verwendet werden, wie

ein Standard-Speaker, ein Aktor vom Typ E-Kern, ein Solenoid, ein Pager-Motor, ein Gleichstrommotor, ein Drehmagnetaktor oder ein anderer Aktortyp. Weiterhin kann der Aktor angeordnet werden, um eine lineare Bewegung entlang einer Achse rechtwinklig zu der Z-Achse oder entlang einer von der Z-Achse unterschiedlichen Richtung (rotatorisch oder linear) auszugeben, wobei ein Mechanismus eine derartige Ausgabebewegung in eine lineare Bewegung entlang der Z-Achse umwandelt, wie es für den Fachmann bekannt ist.

10

Das Touchpad 16 kann auch mit einer Elastomerschicht und/oder einer gedruckten Schaltungsplatine in einer Vormontage integriert werden, wobei ein oder mehrere Aktoren mit der gedruckten Schaltungsplatine verbunden werden, um taktile Empfindungen an das Touchpad 16 zu liefern. Es können auch Spiralfedern vorgesehen sein, um in die elektrischen Kontakte einzugreifen. Oder es können mehrere Schwingspulenaktoren an verschiedenen Stellen unter dem Touchpad 16 angeordnet werden.

20

Fig. 6 ist eine Seitenansicht einer dritten Ausführungsform 60 des haptischen Touchpads 16 gemäß der vorliegenden Erfindung. In dieser Ausführungsform ist der ortsfeste Abschnitt des Aktors mit dem Touchpad 16 verbunden und der bewegliche Abschnitt des Aktors ist mit einer Trägheitsmasse verbunden, um haptische Trägheitsempfindungen zu liefern.

Das Touchpad 16 kann ähnlich zu den vorstehend beschriebenen Ausführungsformen nachgiebig auf dem starren Gehäuse des Computergerätes befestigt sein. Beispielsweise können zwischen dem Touchpad und dem Gehäuse ein oder mehrere Feder-elemente 62 gekoppelt sein. Diese Federn können



Spiral- oder Blattfedern, ein nachgiebiges Material wie Gummi oder Schaum, Biegeteile etc. sein.

Mit der Unterseite des Touchpads 16 sind ein oder mehrere  
5 Aktoren 64 verbunden. In der Ausführungsform gemäß Fig. 6  
ist ein piezoelektrischer Aktor dargestellt. Ein Abschnitt  
66 jedes Aktors 64 ist mit dem Touchpad 16 verbunden und  
der andere Abschnitt 68 ist mit einer Masse 70 verbunden.  
So wird die Masse 70 mit dem Abschnitt 68 bewegt, wenn der  
10 Abschnitt 68 relativ zu dem Abschnitt 66 bewegt wird. Die  
Masse 70 kann jedes geeignete Objekt mit dem gewünschten  
Gewicht sein, wie ein Kunststoff- oder Metallmaterial. Die  
Masse 70 wird annähernd entlang der Z-Achse bewegt und ist  
nicht mit dem Gehäuse verbunden, was eine freie Bewegung  
15 erlaubt. Die Bewegung der Masse 70 entlang der Z-Achse  
verursacht eine Trägheitskraft, die über den Aktor 64 auf  
das Touchpad 16 übertragen wird und das Touchpad 16 bewegt  
sich aufgrund der nachgiebigen Verbindung 62 entlang der Z-  
Achse. Die Bewegung des Touchpads 16 wird als haptische  
20 Empfindung von dem Benutzer gefühlt, der das Touchpad 16  
berührt.

In anderen Ausführungsformen können andere Aktortypen  
verwendet werden. Beispielsweise kann ein Schwingspulen-  
25 aktor verwendet werden, wie er zu Fig. 5 beschrieben wurde,  
wobei eine Trägheitsmasse mit dem linear beweglichen Ab-  
schnitt des Schwingspulenaktors verbunden ist. Auch können  
andere Aktoren verwendet werden, wie Solenoide, Pager-  
Motoren, Drehmagnetaktoren, E-Kern-Aktoren etc. Weiterhin  
30 kann ein rotatorischer Aktor verwendet werden, wobei die  
rotatorische Ausgabekraft in eine lineare Kraft annähernd  
entlang der Z-Achse umgewandelt wird. Beispielsweise kann

die Rotationskraft unter Verwendung eines Biegeteils umgewandelt werden.

In der bevorzugten Linearkraftimplementation ist die  
5 Richtung oder der Freiheitsgrad wichtig, in dem die Kraft auf das Touchpad in Bezug auf die Trägheitsmasse ausgeübt wird. Falls ein wesentlicher Anteil der Kraft in der ebenen Arbeitsfläche des Touchpads (d.h. entlang der X- oder Y-Achse) in Bezug auf die Trägheitsmasse ausgeübt wird, kann  
10 ein kurzer Impuls oder eine Vibration die Bewegung des Benutzerobjektes in einem oder beiden dieser ebenen Freiheitsgrade behindern und dadurch die Fähigkeit des Benutzers beeinträchtigen, ein gesteuertes Grafikobjekt, wie einen Zeiger, genau auf ein vorgegebenes Ziel zu  
15 führen. Da eine primäre Funktion des Touchpads das genaue Zielen ist, ist eine taktile Empfindung, die das Zielen auch nur geringfügig verzerrt oder beeinträchtigt unerwünscht. Zur Lösung dieses Problems übt das Touchpadgerät der vorliegenden Erfindung Trägheitskräfte im wesentlichen  
20 entlang der Z-Achse rechtwinklig zu den ebenen X- und Y-Achsen der Touchpadoberfläche aus. Bei einer solchen Anordnung können taktile Empfindungen mit einem wahrnehmbar starken Wert für den Benutzer ausgegeben werden, ohne die Fähigkeit zu einer genauen Positionierung eines benutzer-  
25 gesteuerten Grafikobjektes in den X- und Y-Achsen des Bildschirms zu beeinträchtigen. Darüber hinaus fühlen sich Rucke oder Impulse, die entlang der Z-Achse ausgegeben werden, für den Benutzer vielmehr wie dreidimensionale Huckel oder Divots an, die aus dem Bildschirm "herauskommen" oder in diesen "hineingehen", da die taktilen  
30 Empfindungen in einem dritten Freiheitsgrad relativ zu der zweidimensionalen ebenen Arbeitsfläche und dem Anzeigebildschirm ausgerichtet werden, wodurch die Realitätsnähe

der taktilen Empfindungen erhöht und eine bezwingendere Interaktion erzeugt wird. Beispielsweise erzeugt ein bei der Bewegung des Zeigers über eine Fenstergrenze ausgegebener aufwärts gerichteter Impuls die Illusion, dass der Benutzer einen Finger oder ein anderes Objekt "über" einen Huckel an der Fenstergrenze bewegt.

Fig. 7 ist eine Aufsicht auf das Touchpad 16 der vorliegenden Erfindung. Das Touchpad 16 kann in einigen Ausführungsformen einfach als Positionierungsgerät verwendet werden, wobei der gesamte Bereich des Pads eine Zeigersteuerung liefert. In anderen Ausführungsformen können verschiedene Bereiche des Pads für verschiedene Funktionen bestimmt werden. Bei einigen dieser Ausführungsformen mit Gebieten kann jedes Gebiet mit einem unterhalb des Gebietes angeordneten Aktor versehen sein, während andere Ausführungsformen mit Gebieten einen einzigen Aktor verwenden können, der Kräfte auf das gesamte Pad 16 weitergibt. In der dargestellten Ausführungsform wird ein zentrales Zeigersteuerungsgebiet 70 zur Positionierung des Zeigers verwendet.

Das Zeigersteuerungsgebiet 70 des Pads 16 kann aufgrund von Interaktionen des gesteuerten Zeigers mit der Grafikumgebung und/oder Ereignissen in der Umgebung die Ausgabe von Kräften auf das Pad veranlassen. Der Benutzer bewegt einen Finger oder ein anderes Objekt innerhalb des Gebietes 70, um den Zeiger 20 entsprechend zu bewegen. Die Kräfte werden vorzugsweise den Interaktionen des Zeigers mit dargestellten Grafikobjekten zugeordnet. Beispielsweise kann eine Ruck- oder "Impuls"-Empfindung ausgegeben werden, wobei es sich um einen einzelnen Impuls einer Kraft handelt, die schnell auf die gewünschte Amplitude ansteigt

und dann abgeschaltet wird oder schnell auf Null oder eine kleine Amplitude abfällt. Das Touchpad 16 kann in der Z-Achse aufgerüttelt werden, um den Impuls zu liefern. Es kann auch eine Vibrationsempfindung ausgegeben werden, wobei es sich um eine zeitlich variierende Kraft handelt, die typischerweise periodisch ist. Die Vibration kann das Touchpad 16 oder Abschnitte davon dazu veranlassen, auf der Z-Achse vor und zurück zu oszillieren und kann von einem Host oder einem lokalen Mikroprozessor ausgegeben werden, um einen bestimmten Effekt zu simulieren, der in einer Host-Anwendung auftritt.

Ein anderer Typ einer Kraftempfindung, die auf das Touchpad 16 ausgegeben werden kann, ist eine Texturkraft. Dieser Krafttyp ist ähnlich einer Impulskraft, hängt jedoch von der Position des Fingers des Benutzers in dem Gebiet des Touchpads und/oder von der Position des Zeigers in der Grafikumgebung ab. So werden Texturerhebungen in Abhängigkeit davon ausgegeben, ob der Zeiger über eine Stelle einer Erhebung in einem Grafikobjekt bewegt wird. Dieser Krafttyp ist raumabhängig, d.h. eine Kraft wird in Abhängigkeit von der Position des Zeigers ausgegeben, wie er sich über einen vorbestimmten Texturbereich bewegt. Wenn der Zeiger zwischen "Erhebungen" der Textur positioniert ist, so wird keine Kraft ausgegeben und wenn sich der Zeiger über eine Erhebung bewegt, so wird eine Kraft ausgegeben. Dies kann durch eine Host-Steuerung erreicht werden (z.B. der Host sendet die Impulssignale wenn der Zeiger über das Gitter gezogen wird). Bei einigen Ausführungsformen kann ein separater Touchpad-Mikroprozessor für die haptische Rückkopplung mit dem Touchpad bestimmt werden und der Textur-effekt kann unter Verwendung einer lokalen Steuerung erreicht werden. (z.B. der Host sendet einen hochrangigen

Befehl mit Texturparametern und die Empfindung wird direkt von dem Touchpad-Prozessor gesteuert). In anderen Fällen kann eine Textur ausgeführt werden, indem dem Benutzer eine Vibration präsentiert wird, wobei die Vibration von der

5 aktuellen Geschwindigkeit des Fingers (oder eines anderen Objektes) des Benutzer auf dem Touchpad abhängt. Wenn der Finger feststeht, so wird die Vibration deaktiviert. So bald sich der Finger schneller bewegt wird die Frequenz und die Amplitude der Vibration erhöht. Diese Empfindung kann

10 lokal von dem Touchpad-Prozessor (falls vorhanden) gesteuert werden oder durch den Host gesteuert werden. Eine lokale Steuerung durch den Pad-Prozessor kann bei einigen Ausführungsformen die Kommunikationsbelastung beseitigen. Es können auch andere räumliche Kraftempfindungen ausgegeben

15 werden. Zusätzlich kann jede der hier beschriebenen Kraftempfindungen gleichzeitig oder in anderer Weise wie gewünscht kombiniert ausgegeben werden.

Verschiedenen Typen von Grafikobjekten können taktile

20 Empfindungen zugeordnet werden. Die taktilen Empfindungen können aufgrund einer Interaktion zwischen einem Zeiger und einem Fenster auf das Touchpad 16 ausgegeben werden. Beispielsweise kann eine Z-Achsen-"Erhebung" oder ein Impuls auf das Touchpad ausgegeben werden, um dem Benutzer

25 die Position des Zeigers zu signalisieren, wenn der Zeiger über eine Fenstergrenze bewegt wird. Wenn der Zeiger innerhalb der Fenstergrenzen bewegt wird, so kann eine Texturkraftempfindung ausgegeben werden. Die Textur kann aus einer Folge von Erhebungen bestehen, die räumlich

30 innerhalb des Fensterbereichs in einem vorgegebenen Muster angeordnet sind. Wenn sich der Zeiger über einen bestimmten Erhebungsbereich bewegt, so wird auf das Touchpad eine Erhebungskraft ausgegeben. Wenn sich der Zeiger über ein

- auswählbares Objekt, wie eine Verknüpfung in einer dargestellten Web-Seite oder eine Schaltfläche bewegt, so kann ein Impuls oder eine Erhebungskraft ausgegeben werden. Auch kann eine Vibration ausgegeben werden, um ein Grafikobjekt
- 5 zu signalisieren, über dem der Zeiger gerade positioniert ist. Weiterhin können Merkmalen einer Dokumentwiedergabe in einem Fenster Kraftempfindungen zugeordnet werden. Beispielsweise kann ein Impuls auf das Touchpad ausgegeben werden, wenn ein Seitenumbruch in einem Dokument über einen
- 10 bestimmten Bereich des Fensters gerollt wird. Seitenumbrüchen oder Zeilenwechseln in einem Dokument können in ähnlicher Weise Kraftempfindungen wie Erhebungen oder Vibrationen zugeordnet werden.
- 15 Weiterhin können Menüpunkte in einem dargestellten Menü von dem Benutzer ausgewählt werden, nachdem eine Menüleiste oder eine Grafiktaste ausgewählt wurden. Den individuellen Menüpunkten in dem Menü können Kräfte zugeordnet werden. Beispielsweise können senkrechte (Z-Achse) Erhebungen oder
- 20 Impulse ausgegeben werden, wenn der Zeiger über die Grenze zwischen Menüpunkten bewegt wird. Die Empfindungen für bestimmte Menüauswahlen können stärker sein als andere, um die Wichtigkeit oder die Benutzungshäufigkeit anzuzeigen, d.h. den am meisten verwendeten Menüauswahlen werden
- 25 Impulse mit einer größeren Amplitude (stärkere) zugeordnet als den weniger benutzten Menüauswahlen. Auch können derzeit gesperrte Menüauswahlen einen schwächeren Impuls oder keinen Impuls aufweisen, um anzuzeigen, dass die Menüauswahl zu dieser Zeit nicht freigegeben ist. Bei einer
- 30 Bereitstellung von geschachtelten Menüs, bei denen ein Untermenü dargestellt wird, nachdem ein bestimmtes Menüelement ausgewählt wurde, wie bei Microsoft Windows™, können weiterhin Impulsempfindungen gesendet werden, wenn

ein bestimmtes Untermenü dargestellt wird. Dies kann sehr nützlich sein, weil Benutzer bei der Bewegung eines Zeigers auf ein Menüelement möglicherweise die Darstellung eines Untermenüs erwarten. Schaltflächen können Texturen, Impulsen oder Vibrationen ähnlich wie zu den vorstehend beschriebenen Fenstern zugeordnet werden. Zeichen- oder CAD-Programme weisen ebenfalls viele Merkmale auf, denen ähnliche haptische Empfindungen zugeordnet werden können, wie dargestellte (oder unsichtbare) Gitterlinien oder -punkte, Steuerpunkte eines gezeichneten Objektes etc.

Bei anderen ähnlichen Interaktionen kann eine Vibration auf dem Gerät dargestellt werden, wenn eine Geschwindigkeitssteuerungs- oder Rollfunktion mit dem Touchpad (durch die Verwendung des Zeigers) durchgeführt wird, um anzuzeigen, dass das Bildschirmrollen erfolgt. Wenn das Ende eines Zahlenbereiches erreicht wird, der eingestellt wird (wie die Lautstärke), so kann ein Impuls ausgegeben werden, um anzuzeigen, dass das Ende des Bereichs erreicht worden ist. Impulsempfindungen können verwendet werden, um die Positionen der "Kontrollzeichen" für diskrete Werte oder Einstellungen in dem eingestellten Bereich anzuzeigen. Ein Impuls kann auch ausgegeben werden, um den Benutzer zu informieren, wenn die Mitte des Bereichs erreicht wurde. Es können auch Impulse unterschiedlicher Stärke verwendet werden, wobei eine größere Stärke wichtigere Kontrollzeichen anzeigt. In anderen Beispielen kann die Stärke und/oder die Frequenz einer Vibration mit der Einstellung einer Steuerung in Bezug gesetzt werden, um die aktuelle Amplitude der Lautstärke oder eines anderen eingestellten Wertes anzuzeigen. Bei anderen Interaktionen kann eine Vibrationsempfindung verwendet werden, um anzuzeigen, dass eine Steuerungsfunktion aktiv ist. Weiterhin führt der Benutzer in einigen

Fällen eine Funktion wie das Markieren oder Ausschneiden oder Einfügen eines Dokumentes durch und es gibt aufgrund von Verarbeitungsverzögerungen oder anderen Verzögerungen eine Verzögerung zwischen dem Tastendruck, der die Funktion anordnet und der Ausführung der Funktion. Eine Impuls-empfindung kann verwendet werden, um anzuzeigen, dass die Funktion (das Ausschneiden oder Einfügen) ausgeführt wurde.

Weiterhin kann die Amplitude der Ausgabekräfte auf dem Touchpad von dem Ereignis oder der Interaktion in der Grafikumgebung abhängen. Beispielsweise kann der Kraftimpuls in Abhängigkeit von dem Typ des mit dem Zeiger in Berührung gekommenen Grafikobjektes eine unterschiedliche Kraftamplitude aufweisen. Beispielsweise können Impulse mit einer größeren Amplitude ausgegeben werden, wenn sich der Zeiger über Fenster bewegt, während Impulse mit einer geringeren Amplitude ausgegeben werden können, wenn sich der Zeiger über Schaltflächen bewegt. Die Amplitude der Impulse kann auch von anderen Eigenschaften von Grafikobjekten abhängen, wie von einem aktiven Fenster im Gegensatz zu einem Hintergrundfenster, Dateiordnersymbolen mit verschiedenen durch den Benutzer bestimmten Prioritäten, Schaltflächen für Spiele im Gegensatz zu Schaltflächen für Geschäftsanwendungen, unterschiedliche Menüpunkte in einem Drop-Down-Menü etc. Der Benutzer oder Entwickler kann vorzugsweise auch bestimmten Grafikobjekten maßgeschneiderte haptische Empfindungen zuordnen.

Unter Verwendung von haptischen Empfindungen auf dem Touchpad können auch benutzerunabhängige Ereignisse an den Benutzer weitergegeben werden. Ein innerhalb der Grafikumgebung auftretendes Ereignis, wie eine Verabredungserinnerung, der Empfang von E-Mail, die Explosion in einem



- Spiel etc. kann unter Verwendung einer Vibration, eines Impulses oder einer anderen zeitbasierenden Kraft signalisiert werden. Die Kraftempfindung kann variiert werden, um verschiedene Ereignisse desselben Typs zu
- 5 signalisieren. Beispielsweise können jeweils Vibrationen unterschiedlicher Frequenz verwendet werden, um verschiedene Ereignisse oder verschiedene Eigenschaften von Ereignissen zu differenzieren, wie bestimmte Benutzer, die E-Mail senden, die Priorität eines Ereignisses oder der
- 10 Beginn oder die Beendigung einer bestimmten Aufgabe (z.B. das Herunterladen eines Dokumentes oder von Daten über ein Netzwerk). Wenn das Host-System "denkt" und der Benutzer warten muss, während eine Funktion durchgeführt oder auf diese zugegriffen wird (üblicherweise wenn ein Zeitgeber
- 15 von dem Host dargestellt wird), ist es oftmals eine Überraschung, wenn die Funktion vollständig ist. Eine Impulsempefindung kann gesendet werden, um anzuzeigen, dass das "Denken" vorbei ist.
- 20 Ein Softwareentwickler kann es wünschen, dem Benutzer zu erlauben, dass er in der Lage ist, Optionen oder eine Softwarefunktion auszuwählen, indem der Zeiger unter Verwendung des Touchpads über einem bestimmten Bereich auf dem Schirm positioniert wird, jedoch ohne das Drücken einer
- 25 körperlichen Taste oder das Tippen auf das Touchpad zu verlangen, um die Option tatsächlich auszuwählen. Derzeit ist es problematisch, eine derartige Auswahl zu erlauben, da ein Benutzer eine körperliche Bestätigung der Ausführung hat, wenn die körperliche Taste gedrückt wird. Ein an das
- 30 Touchpad der vorliegenden Erfindung gesendeter Impuls kann als diese körperliche Bestätigung wirken ohne dass der Benutzer eine Taste oder eine andere Steuerung zur Auswahl drücken muss. Beispielsweise kann ein Benutzer einen Zeiger

über einem Web-Seiten-Element positionieren und eine zugeordnete Funktion kann ausgeführt werden, sobald der Zeiger für eine vorgegebene Zeitspanne innerhalb des gewünschten Gebietes ist. Dies wird dem Benutzer durch einen  
 5 an das Pad 16 gesendeten taktilen Impuls angezeigt.

Die vorstehend beschriebenen Kraftempfindungen können auch in Spielen oder Simulationen verwendet werden. Beispielsweise kann eine Vibration ausgegeben werden, wenn ein  
 10 benutzergesteuerter Rennwagen auf einem schmutzigen Seitenstreifen einer dargestellten Strasse fährt. Es kann ein Impuls ausgegeben werden, wenn der Wagen mit einem anderen Objekt zusammenstößt und es kann eine Vibration mit einer variierenden Frequenz ausgegeben werden, wenn ein  
 15 Fahrzeugmotor startet und poltert. Die Amplitude der Impulse kann auf der Schwere eines Zusammenstoßes oder einer Explosion, der Größe des gesteuerten Grafikobjektes oder der Einheit (und/oder der Größe eines anderen Grafikobjektes/Einheit, mit der interagiert wird) etc. beruhen.  
 20 Kraftempfindungen können auch ausgegeben werden aufgrund von benutzerunabhängigen Ereignissen in dem Spiel oder der Simulation, wie Impulse, wenn Geschosse auf die Person des Benutzers abgefeuert werden.

25 Andere Steuergeräte oder -griffe, die ein Touchpad 16 gemäß der vorliegenden Erfindung in ihrem Gehäuse enthalten können umfassen ein Gamepad, eine Maus oder ein Trackball-Gerät zur Handhabung eines Zeigers oder anderer Grafikobjekte in einer computergenerierten Umgebung oder Druck-  
 30 kugeln oder dergleichen. Beispielsweise kann das Touchpad 16 auf dem Gehäuse einer Computermouse vorgesehen sein, um dem Host-Computer eine zusätzliche Eingabe zu liefern.

Weiterhin kann mit der vorliegenden Erfindung eine

- selektive Störfilterung von Kräften verwendet werden, wie es in dem US-Patent 6,020,876 beschrieben ist, sowie eine Formung von Kraftsignalen, um das Touchpad mit Impulswellen anzusteuern, wie es in dem Patent 5,959,613 beschrieben ist. Derartige Impulse können auch wirksam sein, wenn sie mit der in einer Batterie in dem Computer 10 gespeicherten Energie oder von einem Bus wie einem mit einem Host-Computer verbundenen USB angesteuert werden.
- 10 Das Touchpad 16 kann auch mit verschiedenen Steuerbereichen versehen sein, die eine von dem Hauptzeigersteuerbereich 70 getrennte Eingabe liefern. In einigen Ausführungsformen können die verschiedenen Gebiete mit Linien, Grenzen oder Texturen auf der Oberfläche des Pads 16 (und/oder
- 15 Geräuschen von dem Computer 10) markiert sein, so dass der Benutzer visuell, hörbar und/oder taktil sagen kann, welches Gebiet er oder sie auf dem Pad berührt.
- Beispielsweise können Roll- oder Geschwindigkeitssteuerungsbereiche 62a und 62b verwendet werden, um eine
- 20 Eingabe zu liefern, um eine Geschwindigkeitssteuerungsaufgabe durchzuführen, wie das Rollen eines Dokumentes, die Einstellung eines Wertes (wie der Audiolautstärke, der Lautsprecherbalance, der Monitoranzeigehelligkeit etc.)
- 25 oder das Schwenken/Neigen der Perspektive in einem Spiel oder einer Virtual-Reality-Simulation. Der Bereich 62a kann benutzt werden, indem ein Finger (oder ein anderes Objekt) innerhalb des Bereichs platziert wird, wobei der obere Abschnitt des Bereichs den Wert erhöht, aufwärts rollt etc.
- 30 und der untere Abschnitt des Bereichs den Wert verringert, abwärts rollt etc. Bei Ausführungsformen, die das Maß der auf das Pad gesetzten Kraft lesen können, kann das Maß der Kraft direkt die Einstellungsgeschwindigkeit steuern, z.B.

ein größerer Druck veranlasst ein Dokument dazu, schneller zu rollen. Der Bereich 62b kann in ähnlicher Weise zum horizontalen (links/rechts) Rollen oder zur Geschwindigkeitssteuerungseinstellung eines anderen Wertes, 5 eine Perspektive etc. verwendet werden.

Bestimmte haptische Effekte können den Steuerbereichen 62a und 62b zugeordnet werden. Beispielsweise kann eine Vibration einer bestimmten Frequenz auf das Pad 16 10 ausgegeben werden, wenn der Geschwindigkeitssteuerungsbereich 62a oder 62b benutzt wird. In diesen Ausführungsformen mit mehreren Aktoren kann ein direkt unter dem Bereich 62a oder 62b platzierter Aktor aktiviert werden, um eine lokalisiertere taktile Empfindung für den "aktiven" 15 (derzeit benutzten) Bereich zu liefern. Wenn ein Abschnitt eines Bereichs 62 für eine Geschwindigkeitssteuerung gedrückt wird, so können Impulse auf das Pad (oder einen Bereich des Pads) ausgegeben werden, um anzuzeigen, wenn eine Seite vorbei gerollt wurde, ein bestimmter Wert 20 passiert wurde etc. Während der Benutzer den Bereich 62a oder 62b berührt kann auch kontinuierlich eine Vibration ausgegeben werden.

Es können auch andere Bereiche 64 auf dem Touchpad 16 25 angeordnet werden. Beispielsweise stellt jeder der Bereiche 64 ein kleines rechteckiges Gebiet, wie eine Taste, auf das der Benutzer zeigen kann, um eine bestimmte Funktion auszulösen, die dem Bereich zugeordnet ist, auf den gezeigt wurde. Die Bereiche 64 können solche Computerfunktionen 30 auslösen wie den Ablauf eines Programms, das Öffnen oder Schließen eines Fenster, das "vorwärts" oder "rückwärts" Gehen in einer Warteschleife von Web-Seiten in einem Web-Browser, das Einschalten des Computers 10 oder die Aus-

lösung eines "Sleep"-Modus, die Überprüfung von Post, das Abfeuern einer Waffe in einem Spiel, das Ausschneiden oder Einfügen von Daten aus einer Zwischenablage, die Auswahl einer Schrifttype etc. Die Bereiche 64 können die in einem  
 5 Anwendungsprogramm vorgesehenen Funktionen und Tasten kopieren oder neue andere Funktionen bereitstellen.

Ähnlich den Bereichen 62 sind den Bereichen 64 jeweils haptische Empfindungen zugeordnet. Beispielsweise kann ein  
 10 Bereich 64 eine Impulsempfindung liefern, wenn er von dem Benutzer ausgewählt wird, was eine sofortige Rückkopplung liefert, dass die Funktion ausgewählt wurde. Weiterhin können den gleichen Typen von Bereichen haptische Empfindungen zugeordnet werden, die sich ähnlich anfühlen.  
 15 Beispielsweise kann jeder textverarbeitungsbezogene Bereich 64 einen Impuls einer bestimmten Stärke verursachen, wenn auf ihn gezeigt wird, während jeder spielebezogene Bereich einen Impuls einer anderen Stärke oder eine Vibration liefert. Weiterhin kann eine haptische Empfindung (wie ein  
 20 Impuls) auf das Pad 16 ausgegeben werden, wenn der Benutzer das Zeigeobjekt von einem Bereich 62 oder 64 zu einem anderen bewegt, um anzuzeigen, dass eine Bereichsgrenze überschritten wurde.

25 Zusätzlich sind die Bereiche hinsichtlich ihrer Größe und Form sowie hinsichtlich der ihnen zugeordneten Funktion vorzugsweise programmierbar. So können die Funktionen für die Bereiche 64 aufgrund eines aktiven Anwendungsprogramms in der Grafikumgebung und/oder aufgrund von Benutzer-  
 30 präferenzen gewechselt werden, die in den Computer 10 eingegeben und/oder auf diesem gespeichert werden. Vorzugsweise kann die Größe und Position jedes der Bereiche durch den Benutzer oder durch ein Anwendungsprogramm

eingestellt werden und einige oder alle der Bereiche können vollständig entfernt werden, falls dies gewünscht ist.

Weiterhin ist der Benutzer vorzugsweise in der Lage, bestimmten Bereichen oder Bereichstypen aufgrund des diesen  
5 Bereichen zugeordneten Funktionstyps bestimmte haptische Empfindungen zuzuordnen, falls dies gewünscht ist. In einem Hilfsprogramm, wie dem von Immersion Corporation, San Jose, CA erhältlichen Immersion Studio™, können verschiedene haptische Empfindungen entwickelt werden.

10

Es sollte erwähnt werden, dass die Bereiche 62 und 64 keine körperlichen Bereiche auf dem Touchpad 16 sein müssen. Das bedeutet, dass die gesamte Oberfläche des Touchpads 16 lediglich die Koordinaten der Benutzerberührung an den  
15 Prozessor des Computers liefern muss und die Software auf dem Computer kann bestimmen, wo verschiedene Bereiche angeordnet sind. Der Computer kann die Koordinaten interpretieren und das Touchpad-Eingabesignal aufgrund der Position der Benutzerberührung als Zeigersteuersignal oder  
20 als einen anderen Typ eines Signals interpretieren, wie eine Geschwindigkeitssteuerung, eine Tastenfunktion etc. Alternativ kann der lokale Touchpad-Mikroprozessor - falls vorhanden - die der Position der Benutzerberührung zugeordnete Funktion interpretieren und geeignete Signale oder  
25 Daten an den Host-Prozessor berichten (wie Positionskoordinaten oder ein Tastensignal), wodurch der Host-Prozessor die niedrigrangigere Bearbeitung ignoriert. Bei anderen Ausführungsformen kann das Touchpad 16 physisch dazu ausgelegt sein, aufgrund von verschiedenen auf der  
30 Touchpadoberfläche markierten Bereichen, die von dem Benutzer berührt werden, verschiedene Signale an den Computer auszugeben, z.B. jeder Bereich kann von einem verschiedenen Sensor oder einem Sensorfeld erfasst werden.

Die Fig. 8a und 8b sind eine Aufsicht bzw. eine Seiten-  
schnittansicht einer anderen Computergeräteausführungsform  
80, die eine Form des haptischen Touchpads 16 der vor-  
liegenden Erfindung enthält. Das Gerät 80 ist in Form eines  
5 tragbaren Computergerätes, wie eines "Personal Digital  
Assistant" (PDA), eines "Pen-based"-Computers, eines  
"elektronischen Buchs" oder eines ähnlichen Gerätes  
(gemeinhin bekannt als "Personal Digital Assistant" oder  
PDA). Diese Geräte, die es einem Benutzer erlauben,  
10 Informationen durch Berührung eines Anzeigeschirms einzu-  
lesen oder in einer Weise auszulesen sind für diese Aus-  
führungsformen der vorliegenden Erfindung primär relevant.  
Derartige Geräte können den Palm Pilot von 3COM Corp., den  
Newton von Apple Computer, Computergeräte in Taschengröße  
15 von Casio, Hewlett Packard oder anderen Herstellern, Mobil-  
telefone oder Pager mit berührungsempfindlichen Bild-  
schirmen etc. umfassen.

Bei einer Ausführungsform eines Gerätes 80 umfasst ein  
20 Anzeigeschirm 82 typischerweise einen großen Teil der  
Oberfläche des Computergeräts 80. Der Schirm 82 ist vor-  
zugsweise ein Flachbildschirm, wie er für den Fachmann  
bekannt ist und der Text, Bilder, Animationen etc. dar-  
stellen kann. In einigen Ausführungsformen ist der Schirm  
25 80 genau so funktional wie jeder Personal-Computer-Schirm.  
Der Anzeigeschirm 82 ist vorzugsweise ein "Touchscreen",  
der Sensoren enthält, die es dem Benutzer erlauben, durch  
eine physische Berührung des Schirms 80 (d.h. er ist eine  
andere Art eines ebenen "Berührungsgerätes" ähnlich dem  
30 Touchpad 16) Informationen in das Computergerät 80 einzu-  
geben. Beispielsweise kann eine durchsichtige Sensorschicht  
über den Schirm 80 gelegt werden, wobei die Schicht den  
Druck von einem die Schicht berührenden Objekt erfassen

kann. Die Sensorgeräte zur Implementierung von Touchscreens sind für den Fachmann bekannt.

Der Benutzer kann grafisch dargestellte Tasten oder andere  
 5 Grafikobjekte auswählen, indem er einen Finger oder einen  
 Griffel an einer exakten Position auf den Schirm drückt, wo  
 das Grafikobjekt dargestellt wird. Weiterhin erlauben es  
 einige Ausführungsformen dem Benutzer, auf dem Schirm zu  
 "Ziehen" oder "Schreiben", indem grafische "Tinten"-Bilder  
 10 85 an Positionen dargestellt werden, wo der Benutzer eine  
 Griffelspitze, einen Finger oder ein anderes Objekt aufge-  
 drückt hat. Durch eine auf dem Geräte-Mikroprozessor  
 laufende Software können handgeschriebene Buchstaben als  
 Befehle, Daten oder andere Eingabe erkannt werden. In  
 15 anderen Ausführungsformen kann der Benutzer eine Eingabe  
 zusätzlich oder alternativ durch Spracherkennung bereit-  
 stellen, wobei ein Mikrofon auf dem Gerät die Stimme des  
 Benutzers eingibt, die von der auf dem Gerät laufenden  
 Software in entsprechende Befehle oder Daten übersetzt  
 20 wird. Auch können in dem Gehäuse des Gerätes 80 körperliche  
 Tasten 84 enthalten sein, um dem Gerät 80 bestimmte Befehle  
 zu liefern, wenn die Tasten gedrückt werden. Viele PDAs  
 sind durch den Mangel einer Standardtastatur zur Zeichen-  
 eingabe durch den Benutzer gekennzeichnet. Vielmehr wird  
 25 eine alternative Eingabeart verwendet, wie die Verwendung  
 eines Griffels zum Zeichnen von Zeichen auf dem Schirm, die  
 Spracherkennung etc. Einige PDAs enthalten jedoch sowohl  
 eine voll funktionsfähige Tastatur als auch einen Touch-  
 screen, wobei die Tastatur typischerweise kleiner ist als  
 30 eine Tastatur mit Standardgröße. In noch anderen Aus-  
 führungsformen können Laptop-Computer mit Standardgröße mit  
 Standardtastaturen Flachbildschirme mit einer Berührungs-  
 eingabe enthalten und "dezentrale" Schirme (ähnlich dem Schirm



12 in Fig. 1) können mit einer haptischen Rückkopplung entsprechend der vorliegenden Erfindung versehen sein.

In der vorliegenden Erfindung liefert der Touchscreen 82  
5 ähnlich dem in den vorangegangenen Ausführungsformen beschriebenen Touchpad 16 eine haptische Rückkopplung an den Benutzer. Ein oder mehrere Aktoren 86 können mit der Unterseite des Touchscreens 82 verbunden sein, um eine haptische Rückkopplung zu liefern, wie Impulse, Vibrationen  
10 und Texturen. Beispielsweise kann nahe jeder Ecke des Schirms 82 ein Aktor 86 angeordnet sein, wie in Fig. 8a dargestellt ist. Es können auch andere Anordnungen von Aktoren verwendet werden. Der Benutzer kann die haptische Rückkopplung durch einen Finger oder ein gehaltenes Objekt  
15 wie einen Griffel 87 wahrnehmen, der den Schirm 82 berührt.

Wie in Fig. 8b dargestellt ist, ist der Touchscreen 82 vorzugsweise durch eine oder mehrere Federn oder nachgiebige Elemente 90, wie Spiralfedern, Blattfedern, Biegeteile oder  
20 nachgiebige Materialien (Schaum, Gummi etc.) mit dem Gehäuse 88 des Gerätes 80 verbunden. Das nachgiebige Element ermöglicht es dem Touchscreen 82, sich annähernd entlang der Z-Achse zu bewegen, wodurch eine haptische Rückkopplung ähnlich den vorstehend beschriebenen Ausführungs-  
25 formen eines Touchpads geliefert wird. Die Aktoren 86 können piezoelektrische Aktoren, Schwingspulenaktoren oder einer der anderen Aktortypen sein, die vorstehend für die Touchpad-Ausführungsformen beschrieben wurden. Wie in Fig. 8b dargestellt ist, sind die Aktoren ähnlich der Touchpad-  
30 Ausführungsform gemäß Fig. 3 direkt mit dem Touchscreen 82 verbunden. Alternativ kann eine Trägheitsmasse bewegt werden, um ähnlich der Touchpad-Ausführungsform gemäß Fig. 6 eine Trägheitsrückkopplung in der Z-Achse des Touch-

screens zu liefern. Andere vorstehend beschriebene Merkmale für das Touchpad sind gleichermaßen auf die Touchscreen-Ausführungsform anwendbar.

- 5 Bei den hier beschriebenen Ausführungsformen von Geräten mit einer Berührungseingabe (Touchpad und Touchscreen) ist es auch vorteilhaft, dass eine Berührung des Benutzers durch das Gerät mit einer Berührungseingabe erfasst wird. Diese Erfassung erlaubt das Stoppen der haptischen Rück-
- 10 kopplung (die Aktoren werden "abgeschaltet"), wenn keine Objekte das Eingabegerät mit einer Berührungseingabe berühren, da eine haptische Rückkopplung nur dann ausgegeben werden muss wenn der Benutzer das Berührungsgerät berührt. Dieses Merkmal kann bei tragbaren Geräten
- 15 Batterieenergie sparen. Falls in dem Computer ein lokaler Berührungsgerät-Mikroprozessor (oder eine ähnliche Schaltung) verwendet wird, so kann ein derartiger Mikroprozessor die Aktorausgabe abschalten, wenn keine Benutzerberührung erfasst wird und dadurch den Host-Prozessor von zusätz-
- 20 licher Rechenbelastung befreien.

Obwohl diese Erfindung in den Begriffen der verschiedenen bevorzugten Ausführungsformen beschrieben wurde, ist es verständlich, dass Änderungen, Abwandlungen und Äquivalente

25 davon für den Fachmann anhand der Lektüre der Beschreibung und des Studiums der Zeichnungen ersichtlich werden. Beispielsweise können verschiedene Aktortypen verwendet werden, um taktile Empfindungen an den Benutzer auszugeben. Weiterhin können viele der in einer Ausführungsform be-

30 schriebenen Merkmale im Austausch mit anderen Ausführungsformen verwendet werden. Weiterhin wurde eine bestimmte Terminologie zu Zwecken der Beschreibungsklarheit verwendet und nicht, um die vorliegende Erfindung zu beschränken.

17.09.01

1

## Schutzansprüche

1. Berührungssteuerung mit haptischer Rückkopplung zur Eingabe von Signalen in einen Computer und zur Ausgabe von Kräften an einen Benutzer der Berührungssteuerung, wobei die
- 5 Berührungssteuerung aufweist:
- ein Berührungseingabegerät, das eine annähernd ebene Berührungsoberfläche aufweist, die betrieben wird, um aufgrund einer Position auf der Berührungsoberfläche, die der Benutzer berührt, ein Positionssignal in einen Prozessor des Computers
- 10 einzugeben, wobei das Positionssignal die Position in zwei Dimensionen wiedergibt,
- mindestens einen mit dem Berührungseingabegerät verbundenen Aktor, wobei der Aktor eine Kraft auf das Berührungseingabegerät
- 15 ausgibt, um dem die Berührungsoberfläche berührenden Benutzer eine haptische Empfindung zu liefern, wobei der Aktor die Kraft aufgrund einer von dem Prozessor ausgegebenen Kraftinformation ausgibt, wobei der Aktor eine Kraft direkt auf das Berührungseingabegerät ausgibt.
- 20 2. Berührungssteuerung mit haptischer Rückkopplung gemäß Anspruch 1, wobei der Computer mindestens teilweise basierend auf dem Positionssignal einen Zeiger in einer auf einem Anzeigegerät dargestellten Grafikumgebung positioniert.
3. Berührungssteuerung mit haptischer Rückkopplung gemäß
- 25 Anspruch 1, wobei das Berührungseingabegerät ein Touchpad ist, wobei das Touchpad von einem Anzeigeschirm des Computers getrennt ist.

30

DE 20130 024 U1

17.09.01

2

4.     Berührungssteuerung mit haptischer Rückkopplung gemäß  
Anspruch 1, wobei das Berührungseingabegerät in einem Anzeige-  
schirm des Computers als berührungsempfindlicher Schirm ent-  
halten ist.
- 5     5.     Berührungssteuerung mit haptischer Rückkopplung gemäß  
Anspruch 1, wobei das Berührungseingabegerät in ein Gehäuse  
des Computers integriert ist.
6.     Berührungssteuerung mit haptischer Rückkopplung gemäß  
Anspruch 5, wobei der Computer ein tragbarer Computer ist.
- 10    7.     Berührungssteuerung mit haptischer Rückkopplung gemäß  
Anspruch 1, wobei das Berührungseingabegerät in einem Gehäuse  
vorgesehen ist, das von dem Computer getrennt ist.
8.     Berührungssteuerung mit haptischer Rückkopplung gemäß  
Anspruch 1, wobei der Benutzer die Berührungsoberfläche mit  
15    einem Finger des Benutzers berührt.
9.     Berührungssteuerung mit haptischer Rückkopplung gemäß  
Anspruch 1, wobei der Benutzer die Berührungsoberfläche mit  
einem von dem Benutzer gehaltenen körperlichen Objekt berührt.
- 10    10.    Berührungssteuerung mit haptischer Rückkopplung gemäß  
20    Anspruch 9, wobei das körperliche Objekt ein Griffel ist.
11.    Berührungssteuerung mit haptischer Rückkopplung gemäß  
Anspruch 1, wobei das Berührungseingabegerät in ein Gehäuse  
eines Handgerätes integriert ist, das mindestens von einer  
Hand eines Benutzers gehandhabt wird.

DE 20180024 U1

17.09.01

3

12. Berührungssteuerung mit haptischer Rückkopplung gemäß Anspruch 11, wobei das Handgerät ein Fernsteuergerät zur Steuerung von Funktionen eines elektronischen Gerätes oder Apparates ist.
- 5 13. Berührungssteuerung mit haptischer Rückkopplung gemäß Anspruch 1, wobei mindestens ein Aktor ein erster Aktor ist und weiterhin enthaltend mindestens einen zusätzlichen Aktor, der mit dem Berührungseingabegerät verbunden ist, um eine Kraft auf das Berührungseingabegerät auszugeben.
- 10 14. Berührungssteuerung mit haptischer Rückkopplung gemäß Anspruch 1, wobei die Kraft eine lineare Kraft ist, die annähernd rechtwinklig zu einer Ebene der Berührungsoberfläche des Berührungseingabegerätes ausgegeben wird.
- 15 15. Berührungssteuerung mit haptischer Rückkopplung gemäß Anspruch 14, wobei der Aktor ein linearer Aktor ist, der eine Ausgabekraft in einem linearen Freiheitsgrad liefert und wobei der Aktor starr mit dem Touchpad verbunden ist und starr mit einem fundamentgebundenen Gehäuse verbunden ist.
- 20 16. Berührungssteuerung mit haptischer Rückkopplung gemäß Anspruch 14, wobei der Aktor ein rotatorischer Aktor ist, der eine Ausgabekraft in einen rotatorischen Freiheitsgrad liefert, wobei die Ausgabekraft in die lineare Kraft auf das Berührungseingabegerät umgewandelt wird.
- 25 17. Berührungssteuerung mit haptischer Rückkopplung gemäß Anspruch 1, wobei der Aktor einen piezoelektrischen Aktor enthält.

DE 20180024 U1

18. Berührungssteuerung mit haptischer Rückkopplung gemäß Anspruch 1, wobei der Aktor einen Schwingspulenaktor enthält.
19. Berührungssteuerung mit haptischer Rückkopplung gemäß Anspruch 1, wobei der Aktor einen Pager-Motor enthält.
- 5 20. Berührungssteuerung mit haptischer Rückkopplung gemäß Anspruch 1, wobei der Aktor einen Solenoid enthält.
21. Berührungssteuerung mit haptischer Rückkopplung gemäß Anspruch 1, weiterhin umfassend einen von dem Prozessor getrennten Berührungsgeräte-Mikroprozessor und die Lieferung von  
10 Steuersignalen zur Steuerung des Aktors.
22. Berührungssteuerung mit haptischer Rückkopplung gemäß Anspruch 1, wobei der Aktor eine Vibration oder eine taktile Impulsempfindung auf das Berührungseingabegerät ausgibt.
23. Berührungssteuerung mit haptischer Rückkopplung gemäß  
15 Anspruch 1, wobei das Berührungseingabegerät eine Vielzahl von verschiedenen Bereichen enthält, wobei mindestens einer der Bereiche das Positionssignal liefert und mindestens ein anderer Bereich ein Signal liefert, das von dem Computer benutzt wird, um eine andere Funktion zu steuern.
- 20 24. Berührungssteuerung mit haptischer Rückkopplung gemäß Anspruch 23, wobei die andere Funktion die Geschwindigkeitssteuerungsfunktion eines Wertes enthält.
- 25 25. Berührungssteuerung mit haptischer Rückkopplung gemäß Anspruch 23, wobei die andere Funktion einen Tastendruck enthält.

26. Berührungssteuerung mit haptischer Rückkopplung gemäß Anspruch 23, wobei mindestens einem der Bereiche eine unterschiedliche auf das Berührungseingabegerät auszugebende haptische Empfindung zugeordnet ist als einem anderen der Bereiche.
27. Berührungssteuerung mit haptischer Rückkopplung gemäß Anspruch 23, wobei eine haptische Empfindung ausgegeben wird, wenn der Benutzer ein berührendes Objekt von einem der Bereiche zu einem anderen der Bereiche bewegt.
28. Berührungssteuerung mit haptischer Rückkopplung gemäß Anspruch 1, weiterhin umfassend einen Sensor zur Erfassung der Bewegung oder der Position des Berührungseingabegerätes annähernd rechtwinklig zu der Berührungsoberfläche, wobei ein auf der erfassten Bewegung oder Position basierendes Eingabesignal an den Computer gesendet wird.
29. Berührungssteuerung mit haptischer Rückkopplung gemäß Anspruch 2, wobei der Prozessor die Kraftinformation zur Bereitstellung der haptischen Empfindung entsprechend einer Interaktion des Zeigers mit einem Grafikobjekt in der Grafikumgebung ausgibt.
30. Berührungssteuerung mit haptischer Rückkopplung gemäß Anspruch 2, wobei in der Grafikumgebung ein Menü dargestellt wird, wobei ein Impuls auf das Berührungseingabegerät ausgegeben wird, wenn der Zeiger zwischen Menüelemente in dem Menü bewegt wird, wobei der Impuls das Berührungseingabegerät dazu veranlasst, sich entlang der Z-Achse zu bewegen und der Impuls auf den die Berührungsoberfläche berührenden Benutzer übertragen wird.

31. Berührungssteuerung mit haptischer Rückkopplung gemäß Anspruch 2, wobei in der Grafikumgebung eine Schaltfläche dargestellt wird, wobei ein Impuls auf das Berührungseingabegerät ausgegeben wird, wenn der Zeiger über die Schaltfläche bewegt wird, wobei der Impuls das Berührungseingabegerät dazu veranlasst, sich entlang der Z-Achse zu bewegen und der Impuls auf den die Berührungsoberfläche berührenden Benutzer übertragen wird.

32. Berührungssteuerung mit haptischer Rückkopplung gemäß Anspruch 2, wobei in der Grafikumgebung ein Menü dargestellt wird, wobei ein Impuls auf das Berührungseingabegerät ausgegeben wird, wenn der Zeiger zwischen Menüelemente in dem Menü bewegt wird, wobei der Impuls das Berührungseingabegerät dazu veranlasst, sich entlang der Z-Achse zu bewegen und der Impuls auf den die Berührungsoberfläche berührenden Benutzer übertragen wird.

33. Berührungssteuerung mit haptischer Rückkopplung gemäß Anspruch 2, wobei in der Grafikumgebung eine Web-Seite dargestellt wird und auf der Web-Seite ein Hyperlink dargestellt wird, wobei ein Impuls auf das Berührungseingabegerät ausgegeben wird, wenn der Zeiger über den Hyperlink bewegt wird, wobei der Impuls das Berührungseingabegerät dazu veranlasst, sich entlang der Z-Achse zu bewegen und der Impuls auf den die Berührungsoberfläche berührenden Benutzer übertragen wird.

34. Berührungssteuerung mit haptischer Rückkopplung zur Eingabe von Signalen in einen Computer und zur Ausgabe von Kräften an einen Benutzer der Berührungssteuerung, wobei die Berührungssteuerung umfasst:



17.09.01

7

ein Berührungseingabegerät, das eine annähernd ebene Berührungsoberfläche enthält, die betrieben wird, um basierend auf einer Position auf der Berührungsoberfläche, die der Benutzer berührt, ein Positionssignal in einen Prozessor des Computers einzugeben, wobei das Positionssignal die Position in zwei Dimensionen wiedergibt, und

einen mit dem Berührungseingabegerät verbundenen Aktor, wobei der Aktor mit einer Trägheitsmasse verbunden ist, wobei der Aktor eine Trägheitskraft annähernd entlang einer Achse rechtwinklig zu der ebenen Berührungsoberfläche ausgibt, wobei die Trägheitskraft über das Berührungseingabegerät auf den die Berührungsoberfläche berührenden Benutzer übertragen wird.

35. Berührungssteuerung mit haptischer Rückkopplung gemäß Anspruch 34, wobei der Computer mindestens teilweise basierend auf dem Positionssignal einen Zeiger in einer auf einem Anzeigegerät dargestellten Grafikumgebung positioniert.

36. Berührungssteuerung mit haptischer Rückkopplung gemäß Anspruch 34, wobei der Aktor ein linearer Aktor ist, der die Trägheitsmasse bidirektional entlang einer linearen Achse bewegt, die im wesentlichen rechtwinklig zu der ebenen Berührungsoberfläche ist.

37. Berührungssteuerung mit haptischer Rückkopplung gemäß Anspruch 34, wobei das Berührungseingabegerät ein von dem Anzeigeschirm des Computers getrenntes Touchpad ist.

38. Berührungssteuerung mit haptischer Rückkopplung gemäß Anspruch 34, wobei das Berührungseingabegerät in einem Anzeigegerät des Computers enthalten ist, um einen berührungs-

DE 30180024 U1

17.09.01

8

empfindlichen Bildschirm bereitzustellen.

39. Vorrichtung zur Bereitstellung einer haptischen Rückkopplung für einen Benutzer, wobei die Vorrichtung eine Eingabe an ein Computergerät liefert, wobei das Computergerät  
5 eine Grafikumgebung implementiert, wobei die Vorrichtung aufweist:

- ein von einem Benutzer berührtes Berührungseingabegerät, wobei das Berührungseingabegerät mindestens einen Sensor enthält zur Erfassung einer Position der Berührung auf einer ebenen Oberfläche des Berührungseingabegerätes durch den Benutzer und zur  
10 Bereitstellung eines die Position angegebenden Positionssignals für das Computergerät, wobei das Computergerät mindestens teilweise basierend auf dem Positionssignal einen Zeiger in einer Grafikumgebung positioniert, und
- 15 einen mit dem Berührungseingabegerät verbundenen Aktor, wobei der Aktor Steuersignale empfängt, die aus einer Kraftinformation abgeleitet werden, die von dem Computergerät ausgegeben werden, wobei die Kraftinformation den Aktor dazu veranlasst, eine Kraft an das Berührungseingabegerät auszugeben, wobei die  
20 Kraft einer in der Grafikumgebung auftretenden Interaktion zwischen dem Zeiger und einem anderen Grafikobjekt entspricht.

40. Vorrichtung gemäß Anspruch 39, wobei die an das Berührungseingabegerät ausgegebene Kraft eine lineare Kraft annähernd rechtwinklig zu der Oberfläche des Berührungseingabegerätes ist.  
25

41. Vorrichtung gemäß Anspruch 39, weiterhin umfassend einen von einem Host-Prozessor des Computergerätes getrennten Be-

DE 201 80 024 U1

rührungsgeräte-Mikroprozessor, der die Kraftinformationen von dem Host-Prozessor empfängt und die Steuersignale veranlasst, an den Aktor gesendet zu werden.

42. Vorrichtung gemäß Anspruch 39, wobei die in der Grafik-  
5 umgebung auftretende Interaktion einen Zusammenstoß zwischen dem Zeiger und einem anderen Grafikobjekt umfasst.

43. Vorrichtung gemäß Anspruch 39, wobei die in der Grafik-  
umgebung auftretende Interaktion eine Auswahl des anderen  
Grafikobjektes durch den Zeiger umfasst, wobei das andere  
10 Grafikobjekt eine Schaltfläche, ein Fenster oder ein Menüpunkt ist.

44. Vorrichtung gemäß Anspruch 39, wobei das Berührungseingabegerät entlang einer Achse annähernd rechtwinklig zu der  
ebenen Oberfläche des Berührungseingabegerätes beweglich ist,  
15 wobei die Bewegung entlang der Achse erfasst und eine die Bewegung repräsentierende Information an das Computergerät gesendet wird.

45. Vorrichtung gemäß Anspruch 39, wobei das Computergerät tragbar ist, wobei das Berührungseingabegerät in ein Gehäuse  
20 des Computergerätes integriert ist und der Aktor ein piezoelektrischer Aktor ist.

46. Haptische Touchscreen-Schnittstelle zur Verwendung mit einem Host-Computersystem, wobei die haptische Touchscreen-Schnittstelle umfasst:

25 einen Touchscreen, der eine annähernd ebene Berührungsoberfläche enthält, die betrieben wird, um aufgrund einer Position

der Berührungsoberfläche, die von dem Benutzer berührt wird,  
grafische Bilder darzustellen und ein Positionssignal an einen  
Prozessor des Computers zu berichten, wobei das Positions-  
signal die Berührungsposition in zwei Dimensionen wiedergibt,  
5 und

mindestens einen mit der ebenen Berührungsoberfläche verbunde-  
nen Aktor, wobei der Aktor eine Kraft rechtwinklig zu der  
ebenen Oberfläche ausgibt, die von dem Benutzer gefühlt werden  
kann, während er die Oberfläche berührt.

10 47. Haptische Touchscreen-Schnittstelle gemäß Anspruch 46,  
wobei der Aktor ein piezoelektrischer Aktor ist, der eine  
Vibrationskraft auf die ebene Berührungsoberfläche weitergibt.

48. Haptische Touchscreen-Schnittstelle gemäß Anspruch 46,  
wobei der Aktor ein Schwingspulenaktor ist, der eine Vibrati-  
15 onskraft an die ebene Berührungsoberfläche weitergibt.

49. Haptische Touchscreen-Schnittstelle gemäß Anspruch 47,  
wobei die ebene Berührungsoberfläche durch eine flexible Ver-  
bindung befestigt ist, so dass sich die ebene Berührungs-  
oberfläche in Bezug auf ein Gehäuse entlang einer Richtung  
20 rechtwinklig zu der ebenen Berührungsoberfläche bewegen kann,  
wenn der piezoelektrische Aktor die Kraft ausübt.

50. Haptische Touchscreen-Schnittstelle gemäß Anspruch 48,  
wobei die Berührungsoberfläche durch eine flexible Verbindung  
befestigt ist, so dass sich die ebene Berührungsoberfläche in  
25 Bezug auf ein Gehäuse entlang einer Richtung rechtwinklig zu  
der ebenen Berührungsoberfläche bewegen kann, wenn der  
Schwingspulenaktor die Kraft ausübt.

17.09.01

11

51. Haptische Touchscreen-Schnittstelle gemäß Anspruch 47, wobei mehrere piezoelektrische Aktoren in Kombination verwendet werden, um die Kraft auszuüben.

52. Haptische Touchscreen-Schnittstelle gemäß Anspruch 47,  
5 wobei mehrere Schwingspulenaktoren in Kombination verwendet werden, um die Kraft auszuüben.

53. Haptische Touchscreen-Schnittstelle gemäß Anspruch 46, wobei die Kraft eine durch eine periodische Wellenform definierte Vibrationskraft ist.

10 54. Haptische Touchscreen-Schnittstelle gemäß Anspruch 46, wobei die Kraft eine Impulskraft ist, die eine einzige Periode einer periodischen Wellenform definiert.

55. Haptische Touchscreen-Schnittstelle gemäß Anspruch 46, wobei die Kraft eine Vibrationskraft ist, die durch eine vor-  
15 definierte Anzahl von Perioden einer periodischen Wellenform definiert ist.

56. Haptische Touchscreen-Schnittstelle gemäß Anspruch 46, wobei die Kraft eine Vibrationskraft ist, die durch eine periodische Wellenform und eine Hüllkurve definiert ist.

20

DE 20180024 U1

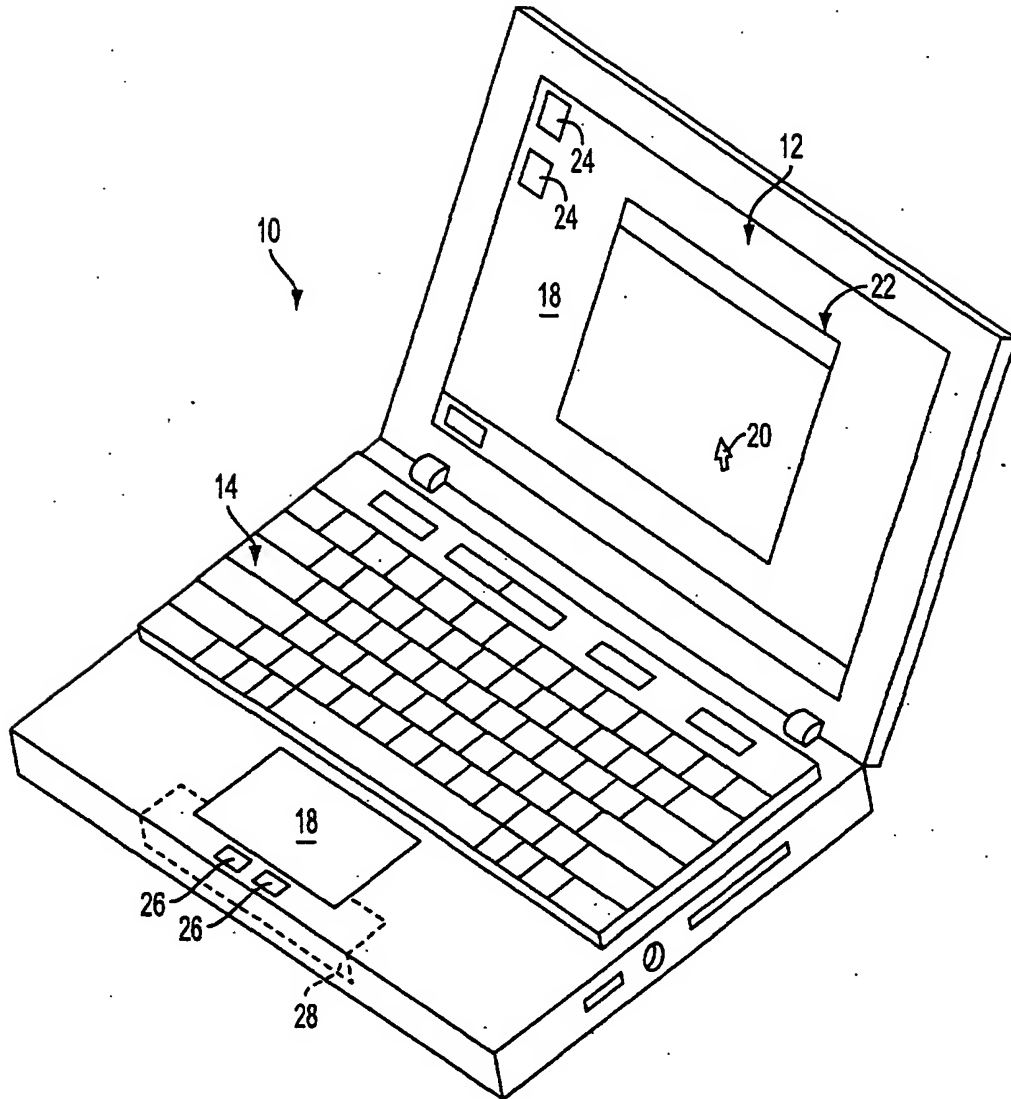


FIG. 1

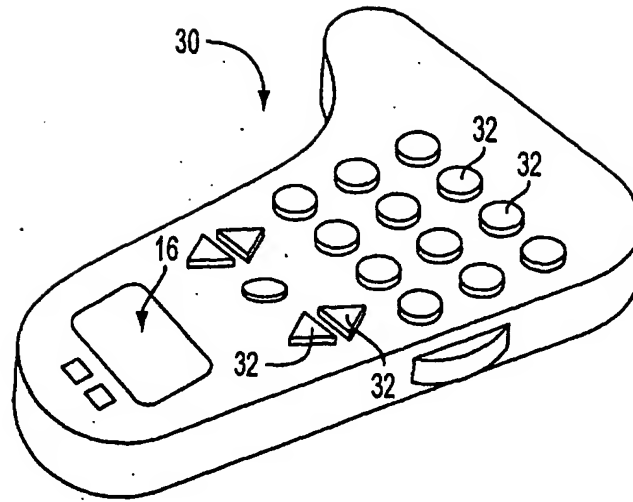


FIG. 2

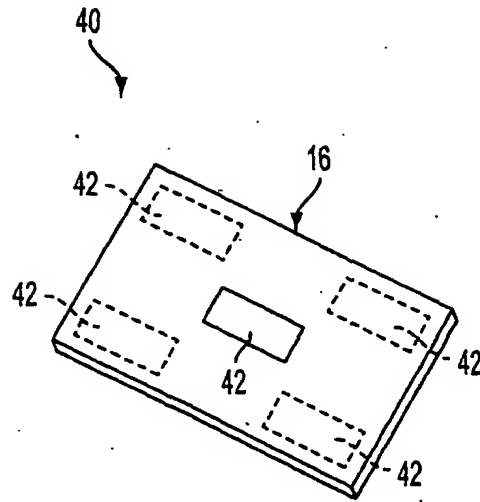


FIG. 3

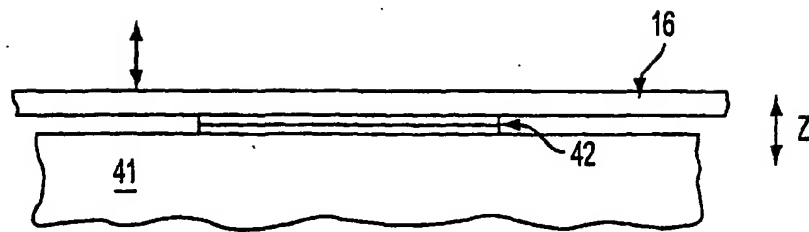


FIG. 4



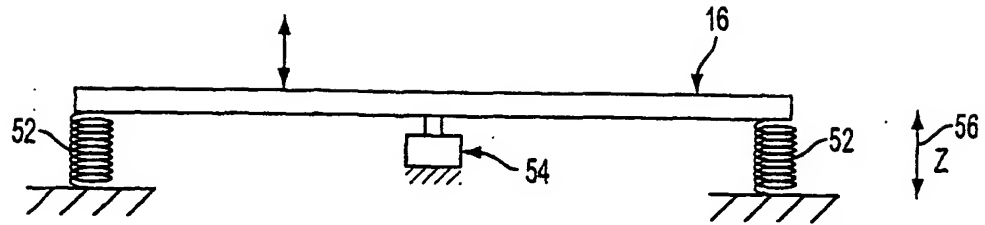


FIG. 5

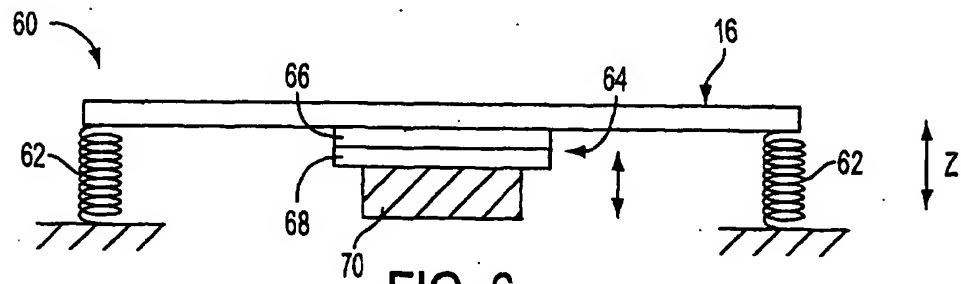


FIG. 6

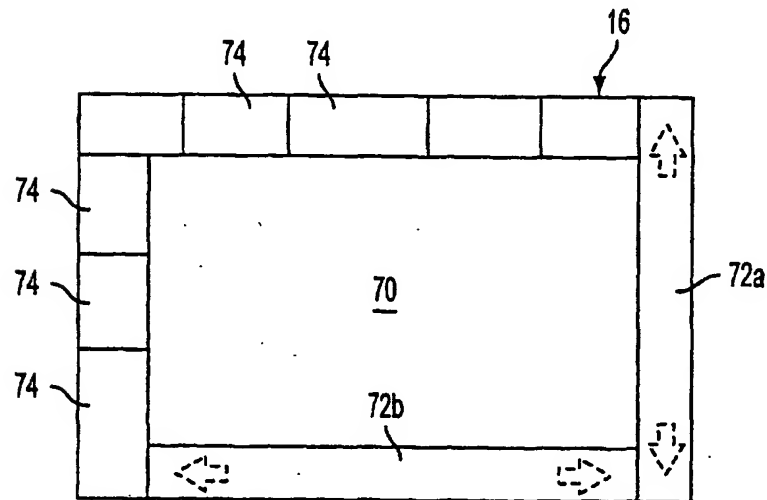


FIG. 7

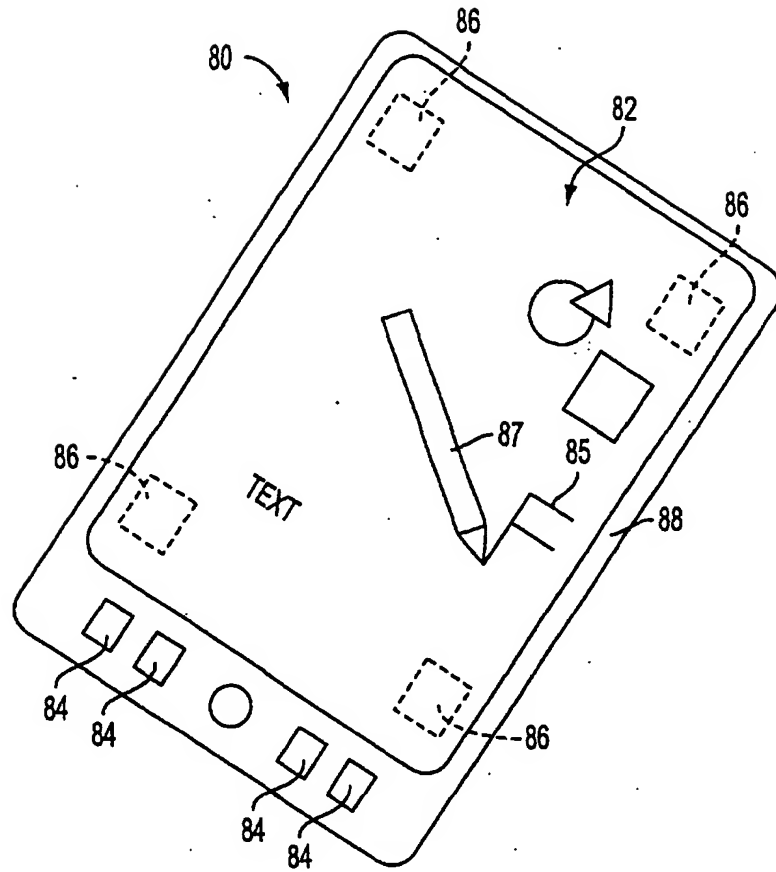


FIG. 8A

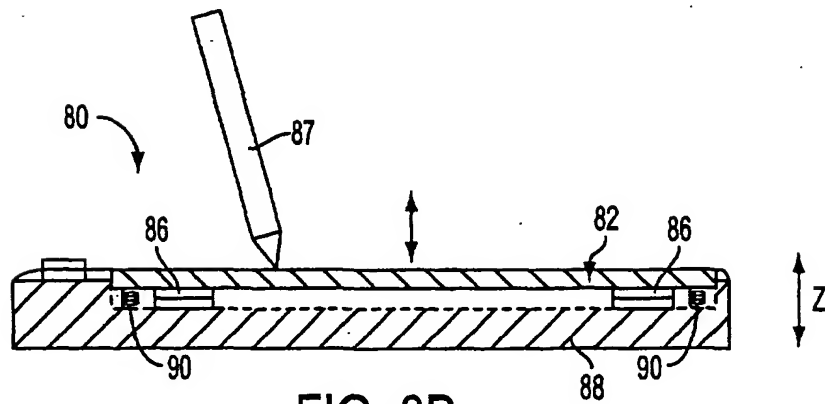


FIG. 8B